

Joni Tolonen

**LABORATORIOHARJOITUSTEN KEHITTÄMINEN
OPETUKSEEN**

Cisco Networking Academy

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2013**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola-Pietarsaari	Aika Kesäkuu 2013	Tekijä Joni Tolonen
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Laboratorioharjoitusten kehittäminen opetukseen, Cisco Networking Academy		
Työn ohjaaja Risto Passoja	Tekstin ohjaaja Helvi Pääkkönen	Sivumäärä 65 + 4
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää CNA-opetusta (Cisco Networking Academy) virtuaalisten laboratorioharjoitusten muodossa Cisco Packet Tracerin avulla. Harjoituksista on pyritty tekemään todentuntoisia tilanteita, joita työelämässä saattaa tulla vastaan. Harjoitukset sisältävät CNA-opintomateriaalin tärkeimpiä ominaisuuksia.</p> <p>Opinnäytetyössä tutustutaan lähiverkon luomiseen tarkoitettuihin välineisiin, laitteisiin ja niiden ominaisuuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli antaa lisävalmennusta lähiverkoista kiinnostuneille opiskelijoille ja ohjausta CNA-kursseihin harjoitusten muodossa.</p>		

Asiasanat

Cisco Systems Inc, Packet Tracer, reititin, kytkin

ABSTRACT

Department Kokkola-Pietarsaari	Date June 2013	Author Joni Tolonen
Degree programme Information Technology		
Name of thesis Developing laboratory exercises for CNA education, Cisco Networking Academy		
Instructor Risto Passoja	Language instructor Helvi Pääkkönen	Pages 65 + 4
<p>The purpose of this thesis was to develop CNA education (Cisco Networking Academy) in the form of laboratory exercises using the Cisco Packet Tracer. Exercises were made of realistic situations, which are likely to be encountered in working life. The exercises include most important properties from the CNA study materials.</p> <p>The thesis discusses the equipment, devices and their qualities that are used in the creation of local area networks. The aim of this thesis was to give additional training and guidance in the form of CNA exercises to students who are interested in LAN networks.</p>		

Key words Cisco Systems Inc, Packet Tracer, router, switch
--

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Access list	pääsystä, jonka avulla voidaan sallia tai rajoittaa verkko-liikennettä reitittimen liitännän näkökulmasta
ATM	Asynchronous Transfer Mode, asynkroninen tiedonsiirtotapa, joka jakaa lähetettävän datan pieniin vakiomittaisiin 53-tavun soluihin ja on näin ollen pakettikytkentäinen protokolla
AUX	Auxiliary Port, liitäntä, joka on tarkoitettu modeemin kiinnitykseen reitittimeen
Cisco Packet Tracer	Cisco Systems Inc:n suunnittelema lähiverkkosimulaatio-ohjelma
Console-portti	portti, jonka avulla voidaan konfiguroida esimerkiksi reitintä, ja siihen yhdistäminen tapahtuu käyttämällä tietokoneen sarja-porttia
DCE/DTE	Data Communication Equipment / Data Terminal Equipment, serial-kaapelin eri päiden nimet
DHCP	Dynamic Host Control Protocol, protokolla, joka jakaa IP-osoitteita ja oletusyhdykskäytäviä
DNS	Domain Name System, Internetin nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa verkkotunnuksia IP-osoitteiksi
Ethernet-verkko	pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu (LAN), joka on yleisin ja ensimmäisenä laajasti hyväksytty lähiverkkotekniikka
Fast Ethernet	Ethernet-portti, normaalia Ethernet-porttia nopeampi portti, jota käytetään paljon reitittimissä ja kytkimissä
Fibre Channel	korkeanopeuksinen verkkotekniikka, jota yleensä käytetään tallennusverkkoihin
Flash-moduuli	muistilaajennus flash-moduulin omaaville laitteille
Frame Relay	alueverkkotekniikka, jonka avulla yhdistetään asiakasverkoissa olevat reitittimet toisiinsa
HWIC	High-Speed WAN Interface Card, kortti, joka suunniteltu datan lähettämistä varten laajaverkkoihin

Interface	jokaisesta laitteesta löytyvä rajapinta/liitäntä, joka koostuu erilaisten kaapeleiden porteista ja johon liitetään kaapeleita
IP-osoiteavaruus	lähiverkkoon on yleensä kytkettynä useita IP-osoitteita, jotka alkavat eri numeroilla. Osoitteet jakaantuvat ja niistä tulee pienempiä osoiteavaruuksia ja loppujen lopulta osoiteavaruus jakaantuu useisiin yksittäisiin IP-osoitteisiin, joita laitteet käyttävät lähiverkossa
IP-paketti	Internet-protokollan perusyksikkö, johon Internetissä liikennöitävä tieto pakataan
ISP	Internet Service Provider, Internet-palveluntarjoaja
LAN	Local Area Networks, paikallisverkkojen yhdistämiseen tarkoitettu yhteys
Mbps	Megabits per second, tarkoittaa tiedonsiirtonopeutta megabittia sekunnissa, joka on myös 1000 kb/s
MD5	Message-Digest, on salaus algoritmi, jota käytetään reititimissä
NAT	Network Address Translation, osoitteenmuunnos Internet-tekniiikka, jonka avulla voi yhtä julkista IP-osoitetta käyttää useampi verkossa oleva laite
PDU	Protocol Data Unit, datapakettien lähetysprotokolla
RAM	Random Access Memory, tietokoneohjelmien työmuisti, johon latautuvat käyttöjärjestelmän ohjelmat, suoritettavat sovellukset sekä näiden tarvitsemat tiedot
Reititys protokolla	IP-pakettien toimittamisesta vastuussa oleva protokolla, joita ovat esimerkiksi Rip, RipV2, IGRP ja OSPF
RJ-45	Registered Jack, verkkokaapelin/parikaapelin liitin
ROM	Read Only Memory, suoritinta käyttävän laitteen, esimerkiksi tietokoneenpysyväismuisti, johon ei voi tehdä muutoksia normaalikäytön aikana ja jonka tiedot säilyvät silloinkin, kun koneesta kytketään virta pois
T568A	värimalli parikaapelin sisällä olevista kuparijohtimista
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, usean Internet-liikennöinnissä käytettävän tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, joka vastaa kahden päätelaitteen välisestä

tiedonsiirtoyhteydestä, pakettien järjestämisestä ja huk-
kuneiden pakettien uudelleenlähetystä

UDP	User Datagram Protocol, yhteydetön protokolla, joka ei vaadi yhteyttä laitteiden välille, mutta mahdollistaa tiedos- tojen siirron
VLAN	Virtual Local Area Network, virtuaalinen lähiverkko, joka on yksi kytkimen ominaisuus, jolla voidaan luoda useita eri lähiverkkoja käyttäen vain yhtä kytkintä
VTP	VLAN Trunk Protocol, protokolla, joka levittää virtuaalisen lähiverkon muihin lähiverkon laitteisiin
WAN	Wide Area Networks, laajaverkkoja, jota käytetään yhdis- tämään laajoja maantieteellisiä alueita
WDM	Wavelength Division Multiplexing, valokaapelissa käytetty tekniikka, jossa yhdessä kaapelissa siirretään useita eri kanavia jaottamalla niitä eri aallonpituuksilla
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkkotekniikka, jolla erilaiset verkkolaitteet voidaan yhdistää ilman kaapelia

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEET JA LYHENTEET
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 CISCO SYSTEMS INC.	3
3 LAITTEISTO	7
3.1 Reititin	7
3.2 Kytkin	13
3.3 Kaapelointi	15
4 CISCO PACKET TRACER	20
4.1 Ohjelman ominaisuudet	20
4.2 Ohjelman toiminta	23
5 CISCO PACKET TRACER: LABORATORIOHARJOITUKSIA	25
5.1 CNA 2 – Routing Protocol and Concepts	25
5.1.1 LAB 1 – Lähiverkon luontiharjoitus – Komennot	25
5.1.2 LAB 1 – Lähiverkon luontiharjoitus	27
5.2 CNA 3 – LAN Switching and Wireless	33
5.2.1 LAB 2 – VLAN-harjoitus – Komennot	33
5.2.2 LAB 2 – VLAN-harjoitus	35
5.3 CNA 4 – Accessing the WAN	41
5.3.1 LAB 3 – Pääsylista ja NAT-harjoitus – Komennot	41
5.3.2 LAB 3 – Pääsylista ja NAT-harjoitus	43
5.4 BONUS Laboratorioharjoitus	52
5.4.1 LAB 4 – DNS-harjoitus – Komennot	52
5.4.2 LAB 4 – DNS-harjoitus	53
6 YHTEENVETO	62
LÄHTEET	64
LIITTEET	
LIITE 1. Lähiverkon luontiharjoitus	
LIITE 2. VLAN-harjoitus	
LIITE 3. Pääsylista ja NAT-harjoitus	
LIITE 4. DNS-harjoitus	

1 JOHDANTO

Nykyajan tietokoneverkkoa suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon useita eri seikkoja. Verkon pitää olla joustava, skaalattava ja säädettävissä monelle eri käyttötarkoitukselle. Verkko täytyy myös rakentaa siltä pohjalta, kuinka isoa liikennettä sillä voidaan kuormittaa. Kaikki tällainen täytyy ottaa huomioon verkkoa suunniteltaessa. Monimutkaisen verkon rakentamiseen täytyy asiantuntijoilta löytyä tietotaitoa erilaisten protokollien ja laitteiden käsittelyyn.

Yhtiöiden kansainvälistymisen myötä Internetiä tarvitaan yhä enemmän. Tietoliikenneverkot tarvitsevat koko ajan myös enemmän kaistanleveyttä toimiessaan eri liiketoiminnoissa. Tämän vuoksi verkot ovat jatkuvassa rasituksessa yhtiön koon mukaan. Tämä luo kovia vaatimuksia verkon suorituskyvyn ylläpitämiseen. Verkon pitää taata matala viive ja tarjota tarvittaessa siirtokaistaa (bandwidth) sekä muita uusia palveluita, joita nykymaailmassa tarvitaan.

Opinnäytetyössä tutustutaan lähemmin Cisco Systems Inc. -yhtiöön, siihen minkälainen yhtiö on ja mitä siellä tehdään. Työssä käydään läpi yhtiön historiaa Internetin ja lähiverkkojen saralta. Yhtiöllä on myös Cisco Networking Academy -koulutusohjelma, josta kerrotaan myöhemmin opinnäytetyön aikana. Opinnäytetyössä opastetaan lähiverkon saloihin, siihen kuinka lähiverkot valmistetaan ja mitä laitteita ne sisältävät. Työssä paneudutaan ennen kaikkea lähiverkon keskeisiin laitteisiin ja toimintoihin, kuten reitittäjiin, kytkimiin ja niiden ominaisuuksiin. Lähiverkkojohtimia, kuten parikaapelia ja valokaapelia, käydään myös yksityiskohtaisesti läpi opinnäytetyön aikana.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä mahdollinen lisämateriaali CNA-kurssin yhteyteen Centrian ammattikorkeakoululle. Sen avulla päästään paremmin käsiksi itse kurssiin ja sen laboratorioharjoituksiin, joita tehdään CNA-luokassa. Opinnäytetyössä on harjoituksia, joista on pyritty tekemään todentuntoisia tilanteita koskien työelämää. Näin niistä on saatu mielenkiintoisia ja järkeviä kokonaisuuksia. Harjoitukset on suunniteltu käyttäen Cisco Packet Tracer -ohjelmaa, joka on Cison oma virtuaaliympäristön luontityökalu. Työkalu on niin laaja, että sillä voi tehdä tuhansia

erilaisia verkkosimulaatioita. Työssä opastetaan käyttäjiä Cisco Packet Tracerin hallintaan ja siihen, mitä kaikkea sillä voidaan tehdä. Harjoitukset koostuvat Cisco Network Academyn Internet-opintomateriaaleista CNA2, CNA3 ja CNA4. Jokaisesta luvusta on tehty yksi laboratorioharjoitus. Harjoituksiin on laitettu keskeisimmät alueet, jotka kuuluvat tietyn luvun aihepiiriin.

Opinnäytetyötä tehdessä oli valtavasti hyötyä Cisco Networking Academyn Internet-sivustosta. Sieltä sain hankittua tietoa opintomateriaaleista, joista tein lopulliset harjoitukset työhöni. Laura Chappellin Cisco – Reitittimet -kirjasta löysin valtavasti helppolukuista materiaalia koskien reitittämiä ja niiden ominaisuuksia. Wendell Odomin Tietoverkot perusteet -kirjasta sain paljon apua liittyen lähiverkkoihin ja johtimiin, kuten myös Hannu Jaakohuhtan Lähiverkot – Ethernet -kirjasta.

2 CISCO SYSTEMS INC.

Cisco Systems Inc. on lähiverkkojen rakentamiseen perustuva yhtiö. Se on maailman johtavimpia yhtiöitä omalla osa-alueellaan. Cisco suunnittelee lähiverkkotar-koitukseen laitteita ja myös valmistaa niitä. Sen toimenkuvaan kuuluu myös verk-koistaavien, suunnittelijoiden ja rakentajien tukeminen erilaisissa ongelmatilan-teissa. Cisco Systems Inc. on laajalti mukana monilla eri markkina-alueilla. Niitä ovat esimerkiksi suuret yhtiöt, julkisyhteisöt, erilaiset palvelut ja oppilaitokset. (Chappell 1999, 21; Cisco 2013d.)

Cisco Systems Inc. perustettiin avioparin toimesta joulukuussa 1984 Menlo Par-kissa, Californiassa. Yrityksen perustivat Leonard Bosack ja Sandra Lerner. Bo-sack toimi Standfordin yliopiston IT-osaston johtajana, ja Lerner valvoi tietokoneita liiketoimintalinjan puolella. Bosack keksi ratkaisun, jolla pystyttiin yhdistämään kaksi lähiverkkoa toisiinsa. Lerner ja Bosack yrittivät myydä keksintöä eteenpäin tietokoneyhtiölle, mutta tuloksetta. Lopulta he kyllästyivät keksintönsä markkinoin-tiin, joten he perustivat oman yrityksen Cisco Systems Inc. Lopullisen nimen he keksivät yritykselle siitä, kun he olivat ajamassa San Fransiscosta Golden Gate-siltaa pitkin. Cisco-sana on eräänlainen lyhenne San Fransiscosta. Bosack ja Lerner rekrytoivat yrityskumppaneikseen tuttuja työtovereitaan nimeltä Greg Setz, Bill Westfield ja Kirk Loughheed. Myöhemmin perustamisen jälkeen Standfordin yliopisto yritti saada 11 miljoonan korvauksia perustetulta Cisco-yritykseltä, koska Bosackin teknologia kehitettiin silloin, kun hän oli vielä töissä koululla. Loppujen lopulta yliopisto tyytyi 150 000 dollariin, ilmaisiin reitittimiin ja tukipalveluihin. (Fun-dingUniverse 2013.)

Yrityksen perustaminen oli alkuun taloudellisesti todella haastavaa. Aviopari joutui mm. panttaaman oman talonsa, jotta menestys yrityksellä olisi mahdollinen. Cis-con vetonaulaksi tuli alkuun reititin, jossa oli mahdollisuus Internet-yhteydelle, ja ohjelma, jonka avulla voitiin automaattisesti valita nopein mahdollinen reitti verkko-jen välille. Ciskon laitteet erottuivat muusta massasta sillä, että ne tukivat monen-laisia eri protokollia ja datalähetyskäskyjä. Niitä pystyttiin yhdistämään kokonaan eri-tyyppisiin laitteisiin, esimerkiksi IBM:n tietokoneisiin, Apple Macintoshin tietokonei-

siin, UNIXin työasemiin ja IBM:n keskuskoneisiin. Cisco oli ensimmäinen valmistaja maailmassa tarjoamaan reitittimen, joka tuki useita eri protokollia. Se valmistettiin vuonna 1986, ja se tuki TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)-protokollaa. Vuotta myöhemmin Cisco myi 250 000 dollarin edestä reitittimiä kuukautta kohti. Myynti heinäkuun lopussa 1987 oli 1,5 miljoonaa dollaria, ja yritys työllisti tuohon aikaan ainoastaan 8 työntekijää. (FundingUniverse 2013.)

Vähän myöhemmin Ciscoon otti yhteyttä ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), joka tuli myöhemmin tunnetuksi ”Internetinä”. Se halusi käyttää juuri TCP/IP-protokollaa, joten Cisco sai ARPANETistä suuren tilaajan. 1980-luvun lopulla Ciscon reitittimet olivat hinta-laatusuhteeltaan paljon edellä kanssakilpailijoita, joten Cisco sai suuren edun 1990-luvulle. Ennen 1990-lukua Cisco paini kuitenkin suurista myyntiluvuista huolimatta vielä talousongelmien parissa. Vuonna 1988 Bosach ja Lerner joutuivat kääntymään pääomasijoittajan puoleen nimeltä Donald Valentine. Kaupassa he joutuivat luopumaan päätäntävallastaan yrityksessä. Valentine palkkasi Stanfordin yliopistosta John Morgridgen, joka toimi yrityksen uutena toimitusjohtajana ja puheenjohtajana. Vuonna 1990 Cisco listautui pörssiin, jonka jälkeen Bosack ja Lerner luopuivat osasta osuudestaan. Myynti kasvoi Ciscolla huimasti, sillä kesäkuun lopulla vuonna 1990 se oli peräti 69,8 miljoonaa dollaria ja nettotuotot olivat 13,9 miljoonaa dollaria. Yhtiöllä työskenteli tuolloin 254 työntekijää. Bosack toimi kaupan jälkeen johtajana tutkimusosastolla ja Lerner puolestaan asiakaspalvelun johdossa. Lerner ei kuitenkaan tullut toimeen uuden johtajan Morgridgen kanssa, joten hän sai potkut elokuussa v. 1990. Tämän jälkeen myös Bosack irtisanoutui. Lähdettyään perustamastaan yhtiöstä aviopari myi loputkin omistusosuutensa 200 miljoonalla dollarilla ja antoi siitä ison osan hyväntekeväisyyteen. (FundingUniverse 2013.)

1990-luvulla maailmassa koettiin mullistusta, sillä kaikki niin suuret kuin pienetkin yhtiöt asensivat lähiverkkojaan tietokoneisiin. Potentiaalisten markkinoiden ansiosta, Cisco Systems Inc:llä oli loistavat mahdollisuudet kasvattaa asiakaskuntaansa ja pörssitasettaan. Ciscon nettotuotot nousivat 43,2 miljoonasta dollarista 84,4 miljoonaan dollariin vuosina 1991–1992, ja Cisco oli Yhdysvaltain toiseksi suurin yhtiö kasvutilastoissa. (FundingUniverse 2013.)

Cisco Systems Inc:llä on nykyisin 73 460 työntekijää. Ciscon johdossa ei ole enää Donald Valentine vaan John T. Chambers. Yhtiöllä on nykyään useita toimitusjohtajia maanosakohtaisesti useassa eri maassa, ja se jatkaa voitokasta kulkuaan lähiverkkojen parissa. (Cisco 2013a.)

Cisco (NASDAQ: CSCO) julkisti 26.1.2013 päättyneen tilivuotensa toisen vuosineljänneksen tuloksen. Cisco Systems Inc:n liikevaihto oli 12,1 miljardia dollaria. Se on 5 % enemmän kuin edellisenä vuonna samoihin aikoihin. Yhtiön nettotulos (GAAP) oli 3,1 miljardia dollaria eli 0,59 dollaria osakkeelta. Edellisvuonna vastaava tulos oli 2,2 miljardia dollaria eli 0,40 dollaria osakkeelta. GAAP-nettotulos kasvoi merkittävästi viime vuodesta, sillä nousua oli peräti 44 prosenttia. (Cisco 2013b.)

Cisco Systemsillä on toiminut jo jonkin aikaa Cisco Networking Academy -sivusto. Se on kansainvälinen sivusto, jonka päätarkoituksena on sivuston käyttäjien opettaminen lähiverkkojen pariin. Sivustolla on asiakkaina kouluja ja yhtiöitä. CNA-kursseja järjestetään kouluissa ja työpaikoilla. Materiaalia on hyvin monipuolisesti, ja se kattaa monta sataa, jos ei tuhansia, sivuja koskien lähiverkkoja ja niiden laitteita. Luvuissa on käytetty paljon kuvia, ja se sisältää myös liikkuvia animaatioita. Materiaali sisältää Cisco Packet Tracerillä tehtäviä laboratorioharjoituksia ja lisäksi ongelmanratkaisu- ja täyttötehtäviä. Materiaali on käännetty usealle eri kielelle, mutta ei suomeksi. (Cisco 2013c.)

Koulun CNA-kurssilla tehdään lähes viikoittain laboratorioharjoituksia. Välikokeita pidetään joka viikko käyttäen Cisco Network Academyn sivustoja. Materiaaleja voidaan lukea kotikoneelta asti omilla käyttäjätunnuksilla, jotka CNA-ohjaaja eli mahdollisesti opettaja on kurssin alkaessa luonut. Välikokeissa kysymyksiä on kutakuinkin kolmekymmentä, kun lopputentissä niitä on noin kuusikymmentä. Välikokeita on useita kurssin mukaan, ja kursseja on neljä. Kurssin läpäisee, jos onnistuu saamaan yli 60 % oikein välikokeista ja lopputentistä. Välikokeilla on lähes saman verran painoarvoa kuin lopputentillä. Painoarvoa on myös laboratorioharjoitusten teossa. Kokeiden kysymykset ovat yleensä todella haastavia, koska lähiverkkojen sanasto ei ole englanniksi kovin helppoa. Vastausvaihtoehtoja on monia, ja joissakin tehtävissä on useita oikeita vastauksia. CNA-ohjaaja valitsee en-

nen tenttiä ajan, jonka sisällä kaikkiin tehtäviin pitää vastata. Kun käyttäjä on tenttinsä tehnyt, CNA-sivusto tarkistaa vastauksesi välittömästi, jonka jälkeen se antaa henkilökohtaisen palautteen. Palaute sisältää kyseisen tentin kurssimateriaalin ja viivaa ne, joita käyttäjän pitäisi harjoitella lisää materiaalista. Oikeat ja väärät vastaukset voidaan tarkastaa tentin jälkeen oma-aloitteisesti. (Cisco 2013c.)

Käyttäjä voi tarkastella oman profiilinsa sisällä omaa henkilökohtaista taulukkoaan, josta nähdään kunkin tentin pisteytys. Kurssin loputtua taulukko näyttää, onko läpäissyt kurssin vai ei. Taulukosta voidaan tarkastella tarvittaessa oikeat ja väärät vastaukset tenttikohtaisesti. (Cisco 2013c.)

3 LAITTEISTO

Verkoilla on nykyään merkittävä vaikutus elämässä. Vaikutuksen voi nähdä joka-päiväisessä elämässä, työnteossa ja vaikkapa viihteen eri muodoissa. Tietokone-verkot ja internetin laaja tarjonta 2000-luvulla antavat ihmisille tavan kommunikoi-da ja olla vuorovaikutuksessa monin eri tavoin, varsinkin sosiaalisessa mediassa. Internet ei kuitenkaan ollut 1990-luvulla kovinkaan yleinen ainakaan Suomessa, koska Internetin huono tarjonta, hintataso ja nopeus eivät vastanneet kuluttajien kysyntään. Vasta 2000-luvulla voidaan puhua siitä, että aika monella suomalaisel-la on haluttaessa pääsy Internetiin kohtuulliseen hintaan. Verkkoa käytetään mo-nella eri tavalla, esimerkiksi Web-ohjelmistoihin, IP-puheluihin, videopuheluihin, Internetissä pelaamiseen, sähköiseen kaupankäyntiin, opiskeluun ja moneen muuhun. (Cisco 2013c.)

3.1 Reititin

Suurin osa ihmisistä on varmaan joskus käyttänyt tietokonetta. Reititin vastaa tie-tokonetta, jota on totuttu käyttämään lähes päivittäin. Reititin sisältää samoja kom-ponentteja kuin tavallinen tietokone, kuten prosessorin, RAM-muistin, ROM-lukumuistin ja käyttöjärjestelmän. Reitittimestä löytyy myös samoja rajapintoja (in-terface) kuin tietokoneessa, esimerkiksi FastEthernet-portti ja virtalähde. Maail-man ensimmäinen reititin oli Interface Message Processor (IMP). IMP oli Honey-well 316 -tietokone. Tämä kyseinen tietokone toi ARPANETin tutuksi ihmisille elo-kuun 30. päivä vuonna 1969. ARPANETin kehitti Advanced Research Projects Agency (ARPA), joka oli yksi Yhdysvaltain puolustusministeriön haaroista. ARPA-NET oli maailman ensimmäinen toimintakuntoinen pakettienvaihtoon soveltuva verkko, ja se oli myös esi-isä nykypäivän Internetille. (Cisco 2013c.)

Verkko, jota tietokoneen käyttäjä käyttää päivittäin, sisältää lukuisia eri reitittimiä. Suurin osa verkon käyttäjistä olettaa pääsevänsä esimerkiksi nettisivuille käyttä-mällä omaa verkkoa tietopakettien liikkeessä taustalla. Reititin on kuitenkin se lai-te, joka on vastuussa näiden pakettien lähettämisessä. Sama pätee myös sähkö-

postin lähettämisessä ja musiikin lataamisessa. Verkossa reitittimiin yhdistetään kytkimet ja puolestaan niihin tietokoneet. Reititin onkin yksi keskeisimpiä laitteita verkossa. Reitittimen tehtävä on myös yhdistää paikallinen verkko toiseen olemassa olevaan verkkoon tai verkkoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että sillä voi olla käytössään lukuisia eri rajapintoja, joista jokainen kuuluu eri IP-verkkoon. Reititin valitsee reititystaulukkoa apuna käyttäen, mitä kautta tuleva tietopaketti lähetetään sen haluamaan kohteeseen. Kun oikea vaihtoehto löytyy, reititin kapseloi (encapsulate) IP-paketin lähtevään datalinkkikehykseen tai poistuvaan rajapintaan. Sen jälkeen paketti jatkaa kulkuaan määränpäättä kohti. Reitittimestä saa kuitenkin maksimaalisen suorituskyvyn irti vasta silloin, kunnes sitä on oppinut käyttämään oikein. Tärkeintä reitittimen käytössä on sen konfigurointi ja komentojen tiedostaminen. Kun hallitsee reitittimen ominaisuuksista suurimman osan, ei sen käyttäminen ole vaikeaa. (Cisco 2013c.)

Reititin on vastuussa monenlaisten IP-pakettien lähettämisestä. Ne voivat olla matkalla vaikkapa Internet-serveriin aivan toisesta maanosasta tai sähköpostiserveriin paikallisesta verkosta. Reititin on myös vastuussa siitä, että nämä tietopaketit menevät ajoissa perille paikasta toiseen. Viestintäteho Internetissä riippuu juuri suurelta osin reitittimen ominaisuudesta siirtää paketteja mahdollisimman tehokkaalla tavalla. Reitittimellä on myös lukuisia muita tehtäviä. Sen pitää varmistaa 24 tuntina, 7 päivänä viikossa, että verkko on toimintakunnossa. Pääreitti voi myös jostain syystä vioittua ja tällöin reititin osaa itse vaihtaa reitin toimivaan. Reitittimestä löytyy tuki tieto- video- ja äänipalveluille langallisessa ja langattomissa verkoissa. Laite käyttää Quality of service (QoS) -palvelun laatupriorisointia IP-paketteihin varmistaakseen, että kyseiset palvelut menevät lähetyksessä loppuun saakka perille eivätkä myöhästy. Tietoturvallisesti reititin on oiva apu. Se vähentää matoja, viruksia ja muita hyökkäyksiä verkossa päästämällä tai estämällä tietopakettien välitystä eteenpäin. (Cisco 2013c.)

Jokainen verkko, johon reititin yhdistetään, vaatii erillisen rajapinnan. Rajapintojen avulla voidaan yhdistää joko paikallisverkkoon (LANs = Local Area Networks) tai laajaverkkoon (WANs = Wide Area Networks) tai vaikka molempiin. LAN-yhteydet ovat yleensä Ethernet-verkkoja, jotka sisältävät tietokoneita, tulostimia ja servereitä. WAN-yhteyttä käytetään yhdistämään laajat maantieteelliset alueet, ja sillä voi-

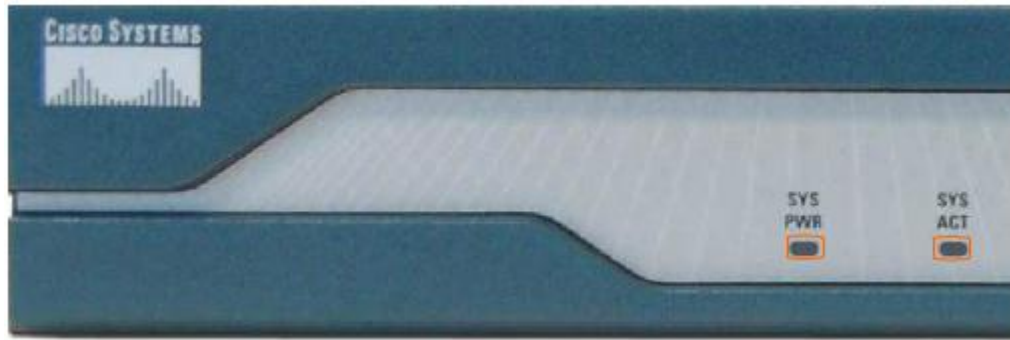
daan yhdistää esimerkiksi LAN-yhteys Internet-palveluntarjoajan verkkoon (ISP). (Cisco 2013c.)

Reitittimiä löytyy nykyään myös maapallon ulkopuolelta. Cisco on aloittanut niiden asentamisen maapalloa kiertäviin satelliitteihin. Näillä reitittimillä on ominaisuus ohjata IP-kuormaa satelliitista toiseen. Paketit ohjataan sen jälkeen maata kohti. Tämän ansiosta voidaan vähentää viivettä (delay) ja tarjota parempaa verkkojoustavuutta. (Cisco 2013c.)

Cisco Systemsin 1800-sarjan reititin, malli 1841 on esitettynä kuviossa 1, 2 ja 3. Kyseisellä reitittimellä on etupuolella valmistajan logo vasemmassa yläkulmassa ja kaksi led-valoa. SYS PWR palaa tasaisen vihreänä, kun laite on päällä. SYS ACT-valo vilkkuu silloin, kun paketteja lähetetään tai vastaanotetaan WAN- tai LAN-verkoissa. Valo vilkkuu myös silloin, kun se tarkkailee järjestelmän toimintaa. (Cisco 2013c.) Kuviossa 3 nähdään, mihin sarjaan reititin kuuluu.



KUVIO 1. Ciscon reititinmalli 1841 (Yejian Technologies Co. Ltd. 2013.)

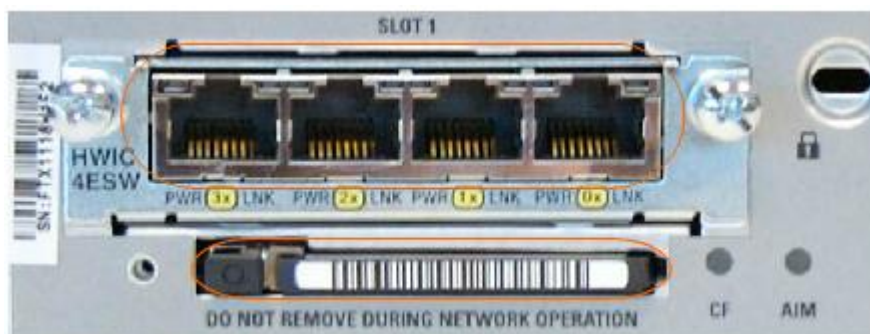


KUVIO 2. Reitittimen vasen laita esitettynä edestäpäin (Cisco 2013c.)

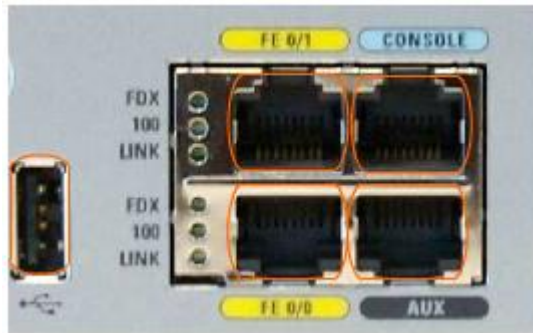


KUVIO 3. Reitittimen oikea laita esitettynä edestäpäin (Cisco 2013c.)

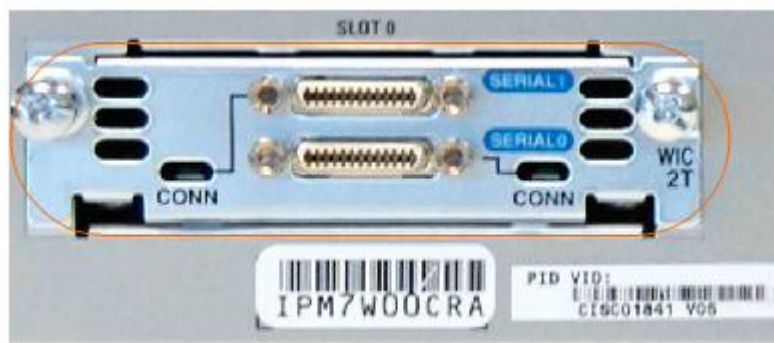
Tarkastellaan samaa reititintä sen takaosasta. Kuviossa 4 on esiteltynä reitittimen Ethernet-väylä, joka sijaitsee laitteen vasemmassa laidassa, ja kiinteä flash-moduuli, joka on sen alapuolella. Laitteen keskiosassa kuviossa 5 on USB-väylä, FastEthernet-portit 0/0–1, konsoli ja AUX-liitännät. Kuviossa 6 reitittimen keskiosassa on HWIC-rajapintakorttipaikat (High-Speed WAN Interface Card). Samasta kohdasta löytyvät laitteen sarjanumero, valmistaja sekä tuotteen tunnistuskoodi. Oikeassa laidassa on kuviossa 7 reitittimen malli, virtakytkin ja virtalähde. (Cisco 2013c.)



KUVIO 4. Ethernet-väylä ja kiinteä flash-moduuli (Cisco 2013c.)



KUVIO 5. USB-väylä, FastEthernet-portit 0/0–1, konsoli ja AUX-liitännät (Cisco 2013c.)



KUVIO 6. HWIC-korttipaikat ja tunnistuskoodeja (Cisco 2013c.)



KUVIO 7. Reitittimen malli, virtakytkin ja virtalähde (Cisco 2013c.)

Reitittimen yksi monista ominaisuuksista on DHCP (Dynamic Host Control Protocol). Sen avulla reititin voi jakaa tarvittavat IP-osoitteet ja oletusyhdysskäytävät verkon laitteiden kesken. Yleisesti sitä käytetään modeemeissa ja Windows-servereissä, mutta se onnistuu mainiosti myös reitittimellä. DHCP-jakelua käytettäessä ei tarvitse erikseen konfiguroida jokaiseen tietokoneeseen ja laitteeseen staattisia IP-osoitteita, koska osoitteet tulevat sitä käyttäen automaattisesti. Reitittimellä voidaan myös rajata IP-osoiteavaruudesta tiettyjä osoitteita, joita ei haluta

DHCP-osoitteiden jakeluun. Se on kätevä toiminto, koska sen avulla voidaan varata esimerkiksi kytkimelle tai tulostimelle jokin tietty staattinen IP-osoite. (Odom 2004, 241–242.)

Pääsyylista (Access List) on myös yksi tärkeä reitittimen ominaisuus. Sen tarkoituksena on estää tai sallia tiettyjä IP-osoitteita liikkumasta reitittimestä eteenpäin. Pääsyylistoja on kahta eri tyyppiä, standard-list tai extended-list. Standard-pääsyylistan toiminta perustuu lähdeosoitteeseen ja maskiin. Laajennetulla pääsyylistalla voidaan lisäksi katsoa lähde- ja vastaanottajaosoitteet. Sen lisäksi voidaan säätää vaihtoehtoisen TCP- tai UDP-protokollan (Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol) porttinumero. Listojen eroavaisuudet nähdään myös siinä, että ne käyttävät eri numeroita tehtäessä tai luettaessa reitittimen pääsyylistoja. Standard-listat käyttävät numeroita 1–99, kun taas extended-listat käyttävät numeroita 100–199. Esimerkiksi access-list 1 on standard-pääsyylista, kun taas access-list 101 on laajennettu pääsyylista. Samassa reitittimessä voidaan tarvittaessa käyttää useita eri pääsyylistoja. Pääsyylistojen sijoituspaikalla on myös väliä verkossa. Ne pyritään asettamaan sellaiseen kohtaan, jossa verkon tietoliikennekapasiteetti säilyisi tukkiutumattomana. Esimerkiksi liikenne, joka kielletään vastaanottajan päässä, ei saisi kuluttaa verkon kapasiteettia turhaan mentäessä kohteeseen. (Chappell 1999, 321–323, 329.)

NAT(Network Address Translation) on osoitteenmuunnostekniikka, jota käytetään Internetissä TCP/IP-verkoissa. Tekniikan avulla voi yhtä julkista IP-osoitetta käyttää useampi verkossa oleva laite. Verkossa olevien laitteiden, kuten tietokoneiden, osoite näkyy samanlaisena ulospäin. Osoite tulee yleensä reitittimestä, joka huolehtii NATin käytöstä verkossa. NATin idea on, että se muuttaa datapaketin käyttämän portin ja IP-osoitteen toiseksi. Reititin, johon NAT on konfiguroitu, pitää kirjata käytetyistä porteista. Sen pitää valvoa, että portti on käytössä ainoastaan yhdellä verkon koneella kerrallaan. NATin ansiosta voidaan verkolle toteuttaa parempi tietoturva, sillä reititin, jossa NAT on käytössä, ei päästä suoraa yhteyttä sen takana oleviin laitteisiin. Reitittimeen voidaan kyllä konfiguroida tarvittaessa tiettyjen yhteyksien pääsy läpi reitittimestä. (AfterDawn 2013.)

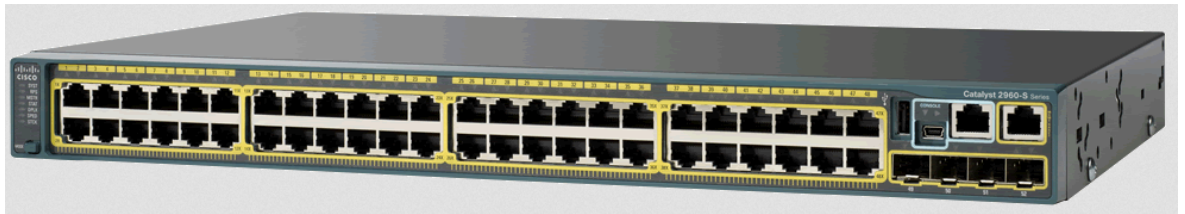
3.2 Kytkin

Kytkin (switch) on tietokone, joka on rakennettu välittämään kehyksiä. Kytkin voi myös välittää soluja käyttäen ATM-moodia (Asynchronous Transfer Mode). Kytkimen tehtävänä on välittää kehyksiä niin pian kuin mahdollista lähdeportista kohdeporttiin kytkimelle annettujen ohjeiden mukaisesti. Lähiverkkokytkimet (LAN switch) ovat oiva tapa lisätä kaistanleveyttä hitaisiin lähiverkkoihin. Kytkin tarjoaa jokaiselle siihen kytketylle johtimelle täyden maksimaalisen suorituskyvyn. Ethernetissä se on 10, 100, 1000 tai jopa 10 000 Mbps. Tarvittavan nopeuden kytkin saa sen nopeasta taustaväylästä ja erittäin nopeasta kehysten ”reitittämisestä”. Kytkimen tehtävänä on toimia Ethernet-moniporttisiltana. Kytkin muodostaa ensin kehyksen, ja sen jälkeen lähettävässä portissa kilpaillaan verkkokaistasta jokaisen kehyksen kesken aina uudelleen ja uudelleen. Kytkimen tärkeyden huomaa siinä, että se on yksi lähiverkon tärkeimpiä ja käytetyimpiä komponentteja. Kuvioissa 8 ja 9 on esillä Cisco Catalyst-sarjan kytkimiä. (Jaakohuhta 2005, 135–136.)



KUVIO 8. Cisco Catalyst 2960-24TC-L -24-porttinen kytkin (Tape4backup 2013.)

Verkkoa suunniteltaessa täytyy muistaa, että Ethernet-kytkinportin hinta on jonkin verran korkeampi kuin tavallisen hubiportin. Hubiportti on kuitenkin ominaisuuksiltaan riittämätön palveluihin ja toimintoihin, joita nykyisin lähiverkossa pitää olla. Kytkin on siis paljon suotavampi valinta. Kytkimiä on saatavilla useisiin eri verkkoihin, kuten esimerkiksi seuraaviin: Ethernet, ATM, Frame Relay, Fibre Channel, WDM ja WLAN. (Jaakohuhta 2005, 135.)



KUVIO 9. Cisco Catalyst WS-C2960-48TT-L -48-porttinen kytkin (eircomICTdirect 2013.)

Lisäkaistan saaminen onnistuu esimerkiksi vanhaan jaettuun 10 Mbps:n Ethernetiin todella helposti kytkintä apuna käyttäen. Parikaapeliliitännöillä olevan kytkimen voi asentaa verkkoon tekemättä mitään muutoksia. Yleensä kytkimen tehdasasetukset takaavat jo verkon toimimisen, mutta jos haluaa syventyä verkkoasetuksiin vielä entistä enemmän, saa verkon toimimaan vielä paremmin. (Jaakohuhta 2005, 135.)

Verkon fyysistä "topologiaa" voidaan yksinkertaistaa käyttämällä suuria modulaarisia kytkimiä (modular switch). Niiden käyttö saattaa kuitenkin monimutkaistaa loogista topologiaa, ja lisäksi niiden hallinta on vaikeampaa. Modulaarisessa kytkimessä kukin porttimoduuli voi toimia erillisenä kytkimenä. Pinottavat kytkimet yhdistetään pinoamiskaapelilla, mutta modulaarisissa kytkimissä "pinoaminen" tapahtuu väylärakenteen avulla. (Jaakohuhta 2005, 136.)

Kytken yksi tärkeimpiä ominaisuuksia on VLAN (virtuaalinen lähiverkko). Sen käyttämiseen tarvitaan kytkimeen yleislähetysalue (broadcast domain). Yleislähetysalueen tarkoituksena on, että jokainen laite, joka on saman yleislähetysalueen sisällä, vastaanottaa koko verkoston laitteiden lähettämät yleislähetyskehykset. Yleislähetysalue muodostuu tietokoneista, kaapeleista, keskittimistä ja kytkimistä. Kytkin voi välittää yleislähetyskehykset kaikkiin portteihin paitsi tuloporttiin. (Odom 2004, 132.)

Virtuaalilähiverkolla on monia hyviä piirteitä. Niitä käyttäen voidaan luoda lähiverkkoja ilman, että hankittaisiin uusia fyysisiä laitteita. Niiden käyttö säästää myös todella paljon rahaa. VLANia käytettäessä voidaan turvata yleislähetysalueen sisällä tietokonelähiverkon tietoturva. VLANeja voidaan muodostaa useita kytkimen sisään ja useiden kytkimien välille. Jokaiselle VLANille pitää tehdä oma osoitetau-

lu. Esimerkiksi VLAN10:n osoite olisi 192.168.10.0/24 ja VLAN20:n vastaavasti 192.168.20.0/24. Jos tietokoneet sijaitsevat eri virtuaalilähiverkoissa, eli vaikka yksi tietokoneista sijaitsee VLAN10:ssä ja toinen VLAN20:ssä, ne eivät saa yhteyttä toisiinsa. Niiden yhdistäminen on kuitenkin mahdollista VLAN Trunk -protokollaa käyttäen eli VTP:tä. Tämä mahdollistaa VLAN-verkkojen yhdistämisen. VLANit voidaan yhdistää käyttämällä esimerkiksi reititintä. (Odom 2004, 134–138.)

Virtuaalilähiverkolla myös on hyvä jakaa suuri lähiverkko moneen osaan. Jos olisi esimerkiksi 1000 laitetta, jokainen tietokone tässä isossa verkossa joutuisi käsittelemään kytkimien jakaman yleislähetysten, mikä hidastaa verkkoa. Kun nämä 1000 laitetta jaetaan useampaan VLAN-verkkoon, pienentyy yleislähetysten määrä moninkertaisesti. Taloudellisestikin VLANien käyttö on kannattavampaa kuin itse fyysisten laitteiden ostaminen. (Odom 2004, 141–142.)

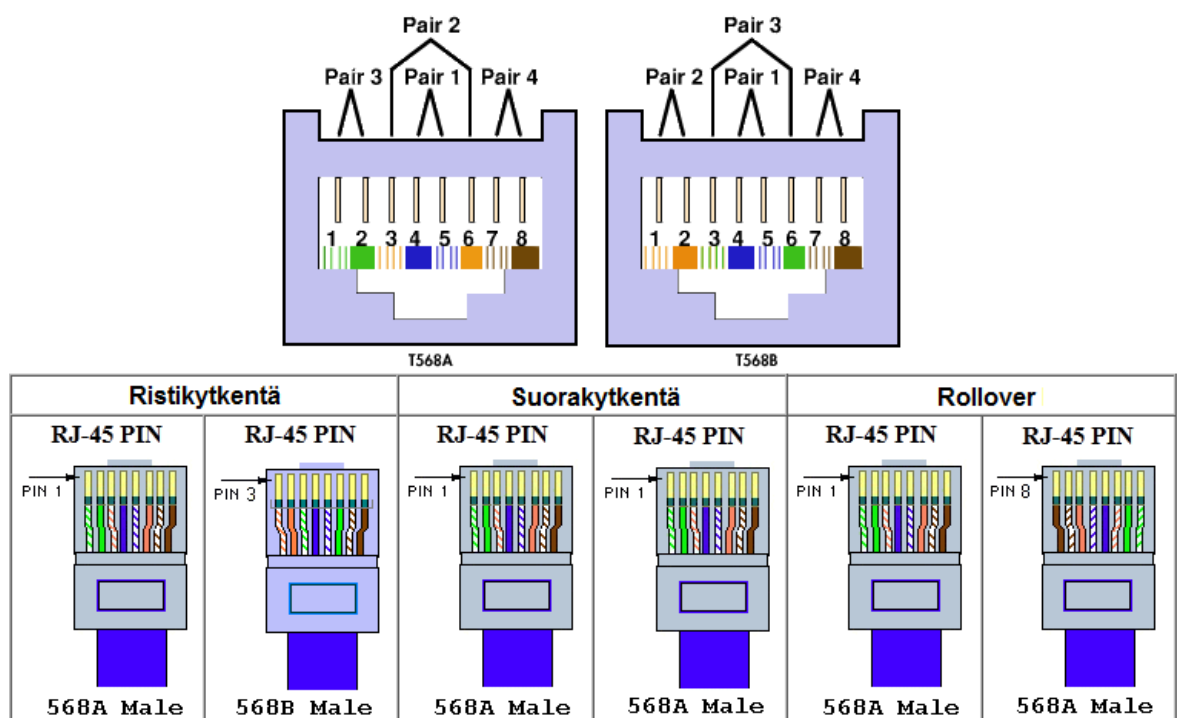
3.3 Kaapelointi

Peruslähiverkon tekemiseen tarvitaan parikaapeli ja kaksi tietokonetta. Parikaapeli kytketään tietokoneiden Ethernet-portteihin, jolloin syntyy yhteys tietokoneiden välille. Tietokoneet voivat nyt jakaa tiedostojaan toisille lähiverkkoa apuna käyttäen. Kuitenkin isoissa yhtiöissä ja yrityksissä tietokoneiden määrä kasvaa, joten niiden yhdistäminen toisiinsa verkkokorttien avulla on täysin mahdotonta. Tähän tilanteeseen käytetään kuitenkin edellisessä luvussa jo läpi käytyä kytkintä. Peruskytkennän tekemiseen tarvitaan aina yksi tietokoneen verkkokortti ja parikaapeli laitetta kohden. (Odom 2004, 79.)

Oman kotiverkon rakentaminen ei ole vaikeaa. Kaikki tarpeellinen kotiverkon tekoon voidaan hankkia kodinkoneliikkeestä tai tietokonekaupasta. Parikaapeleiden laaja tarjonta ja edulliset hinnat eivät ainakaan ole esteenä kotiverkon tekemiseen. Parikaapeleita löytyy hyvin varustetuista liikkeistä monia eri pituuksia tai eri värejä. Kotiverkon valmistaminen on siinäkin mielessä helppoa, että ei ole väliä, minne kaapelit sijoitetaan omassa asunnossa. Yritysverkkoa luodessa ei voi toimia samalla tavalla. Kaapelit eivät saa mennä pitkin lattiaa. Mielellään ne sijoitetaan lattioiden alle tai katon sisään pois näkyvistä. Myös seinärasioita ja ristikytkentä-

paneeleja käytetään yleisesti yritysverkoissa. Ne kannattaa jättää kuitenkin sähköasentajien huoleksi, näin ne saadaan kytkettyä turvallisesti ja toimivasti. (Odom 2004, 80–81.)

Parikaapeleita on kolmenlaisia ja erinopeuksisia (KUVIO 10). On ristiinkytettyjä, suoraankytettyjä ja rollover-kaapeleita. Parikaapeleissa, kytkentäpaneeleissa ja verkkolaitteissa käytetään RJ-45-naarasliitintä ja kytkentäpaneeleissa RJ-45-urosliitintä. Parikaapeli sisältää kahdeksan eri kuparijohtinta, jotka ovat merkittyinä kaapelin sisään eri väreillä. (Odom 2004, 80–81.)



KUVIO 10. EIA/TIA-kaapelistandardit (University of Montana 2013.)

Kuviossa 10 esitetty T568A-värimalli sisältää yleisimmän värijärjestyksen parikaapeleissa. Järjestys menee seuraavasti: valkovichreä, vihreä, valko-oranssi, sininen, valko-sininen, oranssi, valko-ruskea ja ruskea. Jokaisen kaapelityypin ensimmäinen liitin on samanlainen, mutta eroavaisuudet tulevat vasta esille kaapelin toisessa päässä. Suorakytkentäkaapeli on muista kaapelityypeistä eroava, sillä molempien päiden kuparijohtimet menevät samassa järjestyksessä. Ristikytettäkaapelissa on kaapelin toinen pää jälleen samanlainen kuin suorakytkennässä, mutta kaapelin toinen pää eroaa siitä muutaman värin erolla. Jos kuitenkin suorakytkentä-

täkaapelin toinen pää sisältää samat värit kuin ensimmäinen pää, mutta päinvas-
taisessa järjestyksessä, on kyseessä rollover. Kuviosta 11 nähdään, mihin mikäkin
kuparijohtimen ”pinni” kulkee kaapelin toisessa päässä. Vastaan saattaa tulla kui-
tenkin kaapeleita, joissa värit ovat aivan erilaiset EIA/TIA-standardeihin nähden.
Tässä tapauksessa täytyy vain tarkistaa, että ensimmäisen ja toisen liittimen värit
täsmäävät toisiinsa. Esimerkiksi valko-vihreä johtaa liittimessä samaan kohtaan
kuin toisen liittimen valko-vihreä, ellei kyseessä ole sitten ristikytkentä tai rollover.
(University of Montana 2013.)

RJ45 to RJ45 Cable Pinouts

Ristikytkentä			Suorakytkentä			Rollover		
RJ45		RJ45	RJ45		RJ45	RJ45		RJ45
Pin #	Connects To	Pin #	Pin #	Connects To	Pin #	Pin #	Connects To	Pin #
1	←-----→	3	1	←-----→	1	1	←-----→	8
2	←-----→	6	2	←-----→	2	2	←-----→	7
3	←-----→	1	3	←-----→	3	3	←-----→	6
4	←-----→	7	4	←-----→	4	4	←-----→	5
5	←-----→	8	5	←-----→	5	5	←-----→	4
6	←-----→	2	6	←-----→	6	6	←-----→	3
7	←-----→	4	7	←-----→	7	7	←-----→	2
8	←-----→	5	8	←-----→	8	8	←-----→	1

KUVIO 11. Kuparijohtinten järjestykset kaapeleittain (LogMeTT 2013.)

Suorakytkentäkaapeli on näistä kolmesta kaapelityypistä käytetyin. Sitä käytetään
esimerkiksi verkkokortteihin, pelikonsoleihin, tulostimiin ym. Ristikytkentä-ja rollo-
ver-kaapelit tulevat tutuiksi enemmän IT-asiantuntijoille. Rollover-kaapelia käyte-
tään yhdistämään tietokoneen sarjaportti reitittimen konsoliportiin, jolloin voidaan
konfiguroida reititintä terminaalilyhteyden välityksellä tietokoneelta käsin. Ristikaa-
pelia käytetään kytkinliitoksissa. On kuitenkin joitain laitteita, jotka tukevat vain
rollover-kaapeleita. Tämän takia niitä kannattaa pitää aina käden ulottuvilla. (Cisco
2013c.)

Parikaapelin liittimellä on hyvin omalaatuinen ulkonäkö ja ominaisuus. Yleensä
parikaapelin liitin on väriltään kirkas. Näin on helppo nähdä johtimien järjestys ja

se, menevätkö kuparijohtimet tarpeeksi pitkälle liittimen päähän niille tarkoitetuille väylille, jotta kaapeli toimisi oikein. Liittimellä on myös kiinnitysvarmistin. Kun kaapeli laitetaan kiinni RJ-45-liittimeen, varmistin napsahtaa kiinni. Kaapelia ei voi irtottaa, ennen kuin painaa liittimen kiinnitysvarmistimen pohjaan ja vetää kaapelin irti liittimestä. (Cisco 2013c.)

Parikaapelilta löytyy yksi iso haittavaikutus. Se ei kykene kuljettamaan dataa pitkiä matkoja, jotta kaistanopeus säilyisi ennallaan. Kuviosta 12 nähdään erilaisia kaapelityyppejä ja niiden ominaisuuksia. Cat7a pystyy esimerkiksi kuljettamaan dataa moninkertaisesti muihin parikaapelimalleihin verrattuna. (Universal Networks 2013a.)

Ratified Standard	Speed Achievable	Transmission Frequency	Distance (Stranded)	Distance (Solid)
Cat5e	Up to 1Gb	100MHz	65m	100m
Cat6	Up to 1Gb	250MHz	65m	100m
Cat6a	Up to 10Gb	500MHz	65m	100m
Cat7	Up to 10Gb	600MHz	65m	100m
Cat7a	Up to 100Gb*	1000Mhz	65m	100m

100 GB achievable only up to 15m

KUVIO 12. Erilaisten parikaapeleiden maksimisuosituspituuksia (Universal Networks 2013a.)

Valokaapeleita on kahta eri tyyppiä: Optical Multi Mode (OM) ja Optical Single Mode (OS). Valokaapeli koostuu erittäin ohuesta lasisesta ytimestä johtimen sisällä. Valokaapelin portti lähettää valoa kaapelin toisesta päästä toiseen päähän lasisidintä pitkin, jossa sitten data liikkuu. Valokaapeli soveltuu parikaapelin sijaan erittäin pitkille matkoille. Internet-palveluntarjoajilla on käytössään valokaapelirullia, joita asennetaan tilausten mukaan. Rullat voivat maksaa peräti tuhansia euroja rullan koon mukaan. Valokaapelin haittapuolena on kallis hankintahinta ja se, että valokaapeli on herkästi hajoava. Valokaapeli ei kestä suuria taittoja tai vääntymiä, sillä lasinen ydin menee herkästi poikki. (Universal Networks 2013b.) Kuviossa 13 nähdään OM-ja OS-kaapeleiden ominaisuuksia.

	62.5/125 OM1 200MHz (850nm)	50/125 OM2 500MHz (850nm)	50/125 OM3 1500MHz* (850nm)	50/125 OM4 3500MHz* (850nm)	9/125 OS1 (1310nm)
100Mb	2km	2km	2km	2km	40km
1Gb	275m	550m	800m	1100m	100km
10Gb	33m	82m	300m	550m	40km
40Gb / 100Gb	-	-	100m	125m	40km

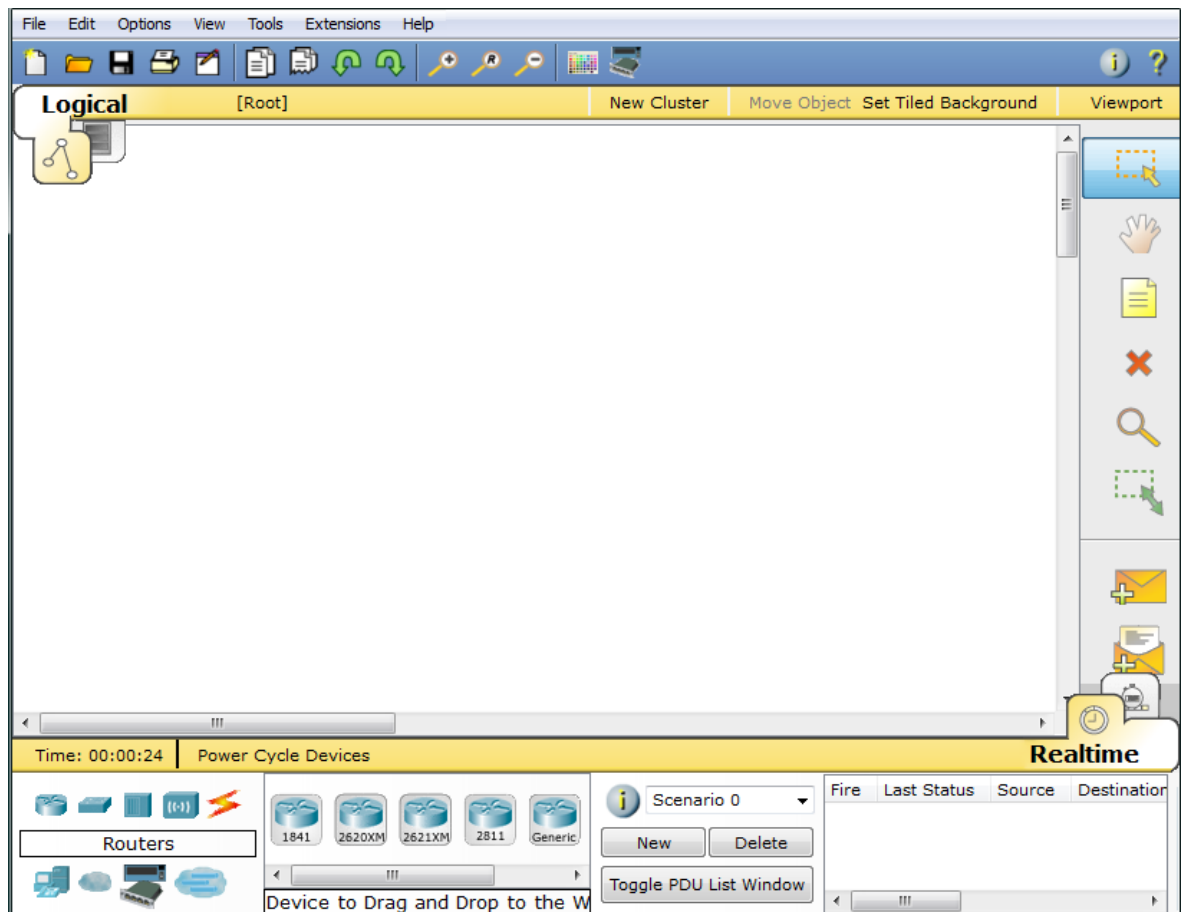
KUVIO 13. Erilaisten valokaapeiden maksimisuosituspituuksia (Universal Networks 2013b.)

4 CISCO PACKET TRACER

Cisco Packet Tracer on Cisco Systems Inc:n suunnittelema lähiverkkosimulaatio-ohjelma. Sillä voidaan suunnitella virtuaalisia lähiverkkoympäristöjä monella eri tavalla. Ohjelman saa ladattua ilmaiseksi, jos on CNA-kurssin ohjaaja tai administratori. Ohjelman saa ladattua Windows-ja Linux-käyttöjärjestelmiin. Latauksen voi suorittaa nykyinen tai entinen opiskelija. Packet Tracer on suunniteltu käyttöön, jonka avulla voidaan etukäteen testata erilaisia lähiverkkosuunnitelmia ja laitekonfiguraatioita. Se ehkäisee virheellisten konfiguraatioiden tekemistä oikeisiin fyysisiin laitteisiin ja verkkoihin, jos konfiguraatiot ensin tehdään ja testataan ohjelman avulla. Täytyy kuitenkin muistaa, että mikään ei korvaa fyysisten laitteiden kanssa käymistä oikeissa tilanteissa, mutta ohjelmaa käyttäen päästään ainakin hyvin lähelle totuutta. Oikeiden laitteiden ja virtuaalisten laitteiden komennot voivat poiketa toisistaan. Centria ammattikorkeakoulussa käytettävät reitittimet ja kytkimet eivät ole aivan uusinta uutta, joten muutamat komennot ovat niissä vähän erilaisia. Onneksi komennot eivät eroa suuresti toisistaan, sillä ne ovat aika pitkälti johdettavissa uusimmista komennoista.

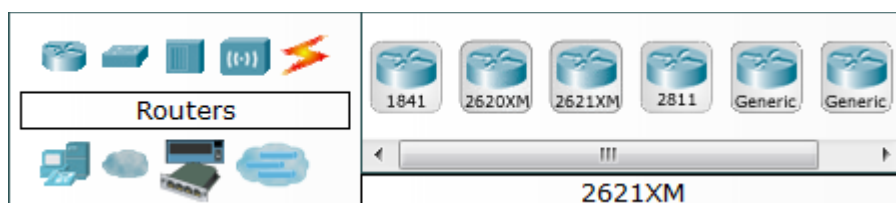
4.1 Ohjelman ominaisuudet

Ohjelmassa kuviossa 14 aukeavat ensimmäisenä kaikki perustoiminnot, joita tarvitaan sen käyttämiseen. Keskellä on iso valkoinen alue, johon virtuaaliympäristö rakennetaan. Vasemmassa alakulmassa ovat kaikki laitteistot, joita tarvitaan lähiverkon tekemiseen. Oikeassa alakulmassa on datapakettien lähetys ja vastaanotto -taulukko.



KUVIO 14. Packet Tracerin perusnäkö

Eniten laitteistovalikosta (KUVIO 15) tullaan käyttämään reitittimiä, kytkimiä ja johtimia. Laitteistovalikosta löytyy kaikki oleellinen. Valikko on lajiteltu yhdeksään eri laitetyyppiin, mm. reitittimet, kytkimet, hubit, langattomat laitteet, johtimet, pääte-laitteet, WAN-jäljittely (emulation), muokatut laitteet ja lukuisten käyttäjien yhteys (multiuser). Valittaessa yksi laitetypistä, esimerkiksi reitittimet, tulee esiin toinen valikko, josta nähdään erilaisia reitittimiä. Kaikilla reitittimillä on sama alusta, ja ne toimivat konfiguroidessa samalla tavalla, mutta ne eroavat rajapinnoissa toisistaan. Yleisesti kaikista ryhmän reitittimistä löytyy Ethernet-liitännät, mutta serial-liitäntöjä ei niistä välttämättä löydy.



KUVIO 15. Laitteisto

Kytkinryhmässä on erisuuruisia kytkimiä, joissa on enemmän tai vähemmän tilaa mahdollisille laajennusmoduuleille. Se sisältää myös valmiiksi kytkimiä, joiden rajapinnassa on 24 porttia tai 48 porttia. Ryhmästä on kuitenkin yksi erikoiskytkin nimeltä 3560-24PS Multilayer Switch. Kytkin tukee useita eri kerroksia, ja sitä voi testata halutessaan virtuaalilähiverkossa.

Johdinryhmästä voidaan valita monentyyppisiä eri johtimia. Yleisimpiä johtimia, joita ohjelmassa käytetään, ovat perusparikaapeli, ristikaapeli, serial-DCE ja serial-DTE-kaapelit. Valokaapeli (fiber) on myös syytä pitää mielessä. Ohjelman aloittelijoille löytyy johdinosiosta Ciscon tekemä kaapeli-helperi, joka valitsee automaattisesti yhteystyyppin laitteelle, johon sitä ollaan liittämässä.

Laitteet Packet Tracerissä eivät ole vain pelkistettyjä laitteita, joihin kytketään johtimet kiinni. Itse laitteisiin päästään sisälle ja niille voidaan tehdä monenlaisia muutoksia. Laitteista on pyritty tekemään mahdollisimman aitoja. Kytkimiin ja reitittimiin voidaan mm. lisätä tai niistä voidaan irrottaa moduuleja. Moduuleja on useita erilaisia, ja ne sisältävät eri johdinportteja. Tyhjään reitittimeen tai kytkimeen voidaan itse valita moduulit, joilla saadaan tarvittavat johdinportit laitteeseen. Tietokoneista löytyy myös omat laitteistonsa, joita katsotaan myöhemmin ohjelman toiminnoissa.

Activity Wizard on ominaisuus, jonka avulla voidaan luoda tehtäviä Packet Traceriin. Opettaja voi esimerkiksi tehdä lähiverkkotehtävän ja lisätä sen Activity Wizardiin. Sen jälkeen opettaja voi tehdä tehtäväselosteen, johon lisätään tehtävän eri vaiheet. Joka kerta, kun yhden vaiheen saa tehtyä, päivittyy tehtävän valmistumisprosentti. Tehtävä on valmis, kun joka kohdan on saanut tehtyä tehtävästä ja valmistumisprosentti näyttää 100 %. Activity Wizard tulee tutuksi CNA-kursseilla Ciscon verkkomateriaalista. Siellä on paljon tehtäviä Packet Traceriin, jossa käytetään tätä ominaisuutta hyödyksi.

Packet Traceristä (KUVIO 16) löytyy ominaisuus, jolla voidaan hidastaa lähiverkkosimulaatiota silmämääräisesti. Lähiverkko toimii yleisesti reaaliajassa, mutta simulaatiotilassa voidaan valita, kuinka nopeasti paketit liikkuvat lähiverkossa. Data-pakettien lähettämiseen tämä ominaisuus on oiva apu, sillä nähdään tarkasti, missä lähetykset menevät.

top. Desktop sisältää kaiken oleellisen, mitä tarvitaan virtuaalilähiverkossa tietokoneiden osalta. IP Configurationista voidaan asettaa tietokoneen IP-asetukset, Command Prompilla tehdään komentoja ja Web Browserilla (Internet-selaimella) voidaan testata DNS-asetusten (Domain Name System) toimivuutta. Tietokoneen monipuolisemmat IP-asetukset löytyvät Config-välilehdestä.

5 CISCO PACKET TRACER: LABORATORIOHARJOITUKSIA

Tässä luvussa tutustutaan Cisco Packet Tracerin toimintaan laboratorioharjoitusten muodossa. Harjoitukset on luotu Ciscon opintomateriaalien luvuista poimituista tärkeistä ominaisuuksista, jotka ovat keskeisiä asioita CNA-kurssilla. Laboratorioharjoituksia on neljä erilaista. Ne on luotu Cisco Network Academyn kurssimateriaaleja apuna käyttäen luvuista CNA 2, CNA3 ja CNA 4.

5.1 CNA 2 – Routing Protocol and Concepts

Tehtävänäsi on määrittää laboratoriosimulaatioon toimiva lähiverkko käyttäen Packet Traceriä. Tehtävänäsi on alkuun luoda osoiteavaruudet, joita käytetään harjoituksessa. Käytössäsi on kaksi reititintä, kaksi kytkintä ja kaksi tietokonetta. Reitittimien täytyy olla kytkettynä serial-kaapelilla. Osoiteavaruuden täytyy olla vähintään 20 osoitetta laaja, ja se jaetaan kahden lähiverkon kesken. Verkossa käytetään RipV2-protokollaa. Varmista lähiverkon toimivuus laboratorioharjoituksen lopuksi ping-komentoa käyttäen ja varmista sen avulla, toimiiko tietokoneiden välinen yhteys.

5.1.1 LAB 1 – Lähiverkon luontiharjoitus – Komennot

Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräilyä. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. Lähiverkon luontiharjoitukseen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 1.

TAULUKKO 1. LAB 1 -komennot

Komento	Selitys
?	kertoo eri vaihtoehtoja tai komentoja niiden toteuttamiseen, toisin sanoen (help)
enable	privileged-tila, jossa voidaan antaa komentoja laitteelle
configure terminal	privileged EXEC mod, etuoikeutettu komentojen suoritustila, jossa voidaan antaa yksityiskohtaisempia komentoja laitteelle
exit	siirtyy askeleen taakseppäin
end	siirtyy privileged-tilaan
hostname	määrittää laitteen nimen
interface	rajapinta / portti
fastethernet 0/0	Ethernet-portti ja portin numero laitteessa
ip address (osoite) (maski)	komennon perään portin IP-osoite ja maski
serial 1/0	serial-portti ja portin numero laitteessa
no shutdown	käynnistää rajapinnan/portin
clockrate (kellotaajuuden arvo)	käytetään serial-kaapeleissa DCE-päässä, kelloaajuudelle annetaan aina jokin tietty arvo, esimerkiksi 64000
rip	RIP-protokolla, reitittimissä oletuksena versio 1
version 2	RIP-protokollakomennon lisäkomento, jolla voidaan asettaa reititin käyttämään RipV2-protokollaa
network (osoite)	koko verkkoa koskeva komento, jolla valitaan osoiteavaruus tietyissä tilanteissa
no auto-summary	komento, jonka avulla reititin voi mainostaa useita eri aliverkkoja ja lisäksi auto-summaryyn pitää olla pois käytöstä käytettäessä RipV2-protokollaa
ping (osoite)	komentoa käytettäessä voidaan varmistaa, meneekö IP-lähetys perille saakka vai ei
show ip protocol	nähdään protokolla ja verkon ominaisuuksia

5.1.2 LAB 1 – Lähiverkon luontiharjoitus

Luodaan ensimmäisenä verkon osoiteavaruus:

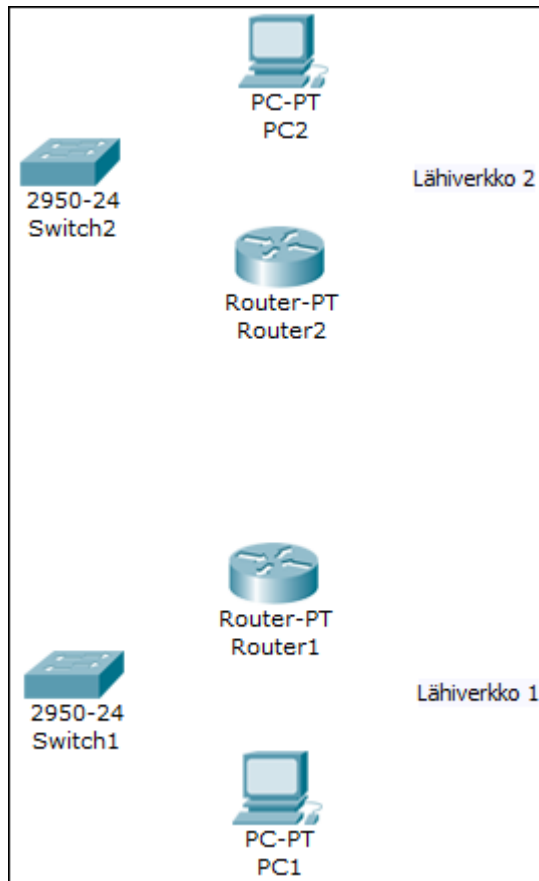
172.16.0.0 – 172.16.0.14 255.255.255.240

172.16.1.0 – 172.16.1.14 255.255.255.240

10.0.0.0 – 10.0.0.2 255.255.255.252

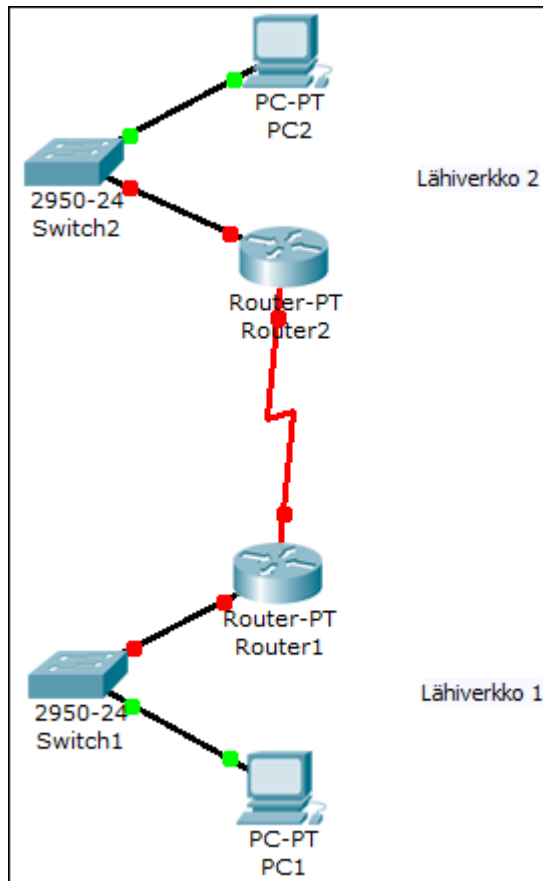
Avataan Packet Tracer ja lisätään tehtävän ohjeistuksen mukaisesti kaksi reititintä, kaksi kytkintä ja kaksi tietokonetta. Reitittimeksi valitaan Router-PT ja kytkimeksi Switch 2950–24. Router-PT valitaan sen takia, että siinä on valmiina serial-liitännät, joita käytetään tässä laboratoriotyössä reitittimien yhdistämiseen. Serial-liitännät voidaan myös saada reitittimeen erillisellä moduulilla, mutta niitä ei nyt käytetä.

Packet Tracer nimeää ensimmäisen tietokoneen nimellä PC0, joten tässä vaiheessa olisi jo hyvä merkitä tietokoneen nimeksi vaikka PC1, jotta tulevilta seka-
vuuksilta vältytään. Samalla tavalla tapahtuu myös lisättäessä kytkin ja reititin, joten nimetään ne myös oikein. Laitteet kannattaa sijoittaa selkeästi. Se tekee laborioharjoituksesta mielenkiintoisen näköisen ja selkeän. Se ei ole kaunistelua, sillä se auttaa myös itse tekijää selkeyttämään asioita. Kuviossa 17 on esillä tähän asti tehdyt vaiheet.



KUVIO 17. Ensimmäinen vaihe

Seuraavaksi kaapeloidaan lähiverkko. Valitaan Packet Tracerin vasemmasta alakulmasta connection-painike, josta avautuu erilaisia kaapelityyppejä. Kaapeliksi valitaan serial-kaapelin DCE-pää. Kytetään se reitittimien välille Router1:n serial 2/0 -portista Router2:n serial 2/0 -porttiin. Tämän jälkeen kytketään loput laitteista kiinni käyttäen suorakytkentäkaapelia. Kytetään kytkimet kiinni molempien reitittimien FastEthernet 0/0 -portteja käyttäen ja yhdistetään ne molempien kytkimien FastEthernet 0/1 -portteihin. Lopuksi kytkimet yhdistetään tietokoneisiin niiden seuraavista porteista eli 0/2:sta ja ne asetetaan tietokoneiden FastEthernet-portteihin. Kaapeleiden ja niiden up/down-tilojen pitäisi näyttää samalta kuin kuviossa 18.



KUVIO 18. Toinen vaihe

Nyt kun osoiteavaruus on jo harjoituksen alussa selvitetty, on helppo aloittaa reitittimien konfigurointi. Se tapahtuu menemällä reitittimen sisälle CLI-välilehteen, ja sieltä voidaan antaa komentoja reitittimelle. Laitetaan ensin Router1-asetukset. Vaihdetaan reitittimen nimeksi R1 ja annetaan Fa 0/0 -portille IP-osoite, jonka kytkin sitten jakaa lähiverkon kesken siihen kytketyille laitteille. No shutdown -komennon jälkeen pitäisi portin mennä välittömästi ylöstilaan.

```

Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname R1
R1(config)#interface fa 0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.255.240
  
```

```
R1(config-if)#no shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
```

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

Kun reititin–kytkin–PC1-yhteys on muodostettu, täytyy reitittimelle antaa IP-osoite serial-porttiin. Serial-portille pitää muistaa antaa kellotaajuusarvo (clockrate). Se määrittää portin nopeuden. Yleinen arvo sille on 64 000, ja kellotaajuusarvo sijoitetaan aina serial-kaapelin DCE-päähän. Lopuksi reititin asetetaan käyttämään RIPv2-protokollaa tehtävänannon mukaisesti. Koska laboratoriotyössä käytetään normaalin RIP-protokollan sijaan RIPv2:ta, täytyy se asettaa komennolla "version 2". Seuraavaksi lisätään osoiteavaruudet, joissa sitä käytetään. RIPv2:ta käytettäessä on myös hyvä ottaa auto-summary pois käytöstä. Se voi aiheuttaa ongelmia katkonaisissa classfull-verkoissa (discontinuous classfull networks.)

```
R1(config)#interface serial2/0
R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
R1(config-if)#clock rate 64000
R1(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to down

```
R1(config)#router rip
R1(config-router)#version 2
R1(config-router)#network 172.16.0.0
R1(config-router)#network 10.0.0.0
R1(config-router)#no auto-summary
```

Router 2:n asetukset ovat samat kuin Router 1:n lukuun ottamatta IP-osoitteiden asetuksia. Serial-osoitetta asettaessa ei tarvitse laittaa kellotaajuutta, sillä se on jo asetettu serial-kaapelin DCE-päähän Router 1:n asetuksissa.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname R2
R2(config)#interface fa 0/0
R2(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.240
R2(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```

R2(config)#interface serial2/0
R2(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.252
R2(config-if)#no shutdown

```

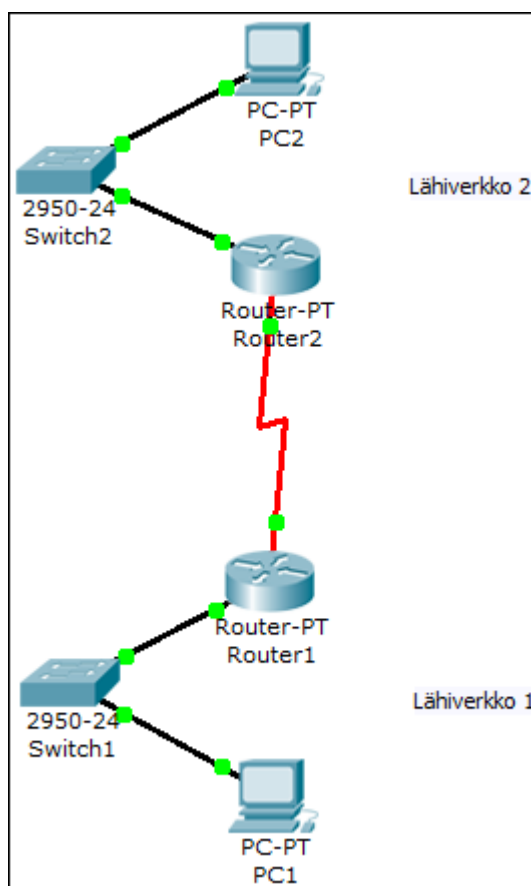
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to up

```

R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2
R2(config-router)#network 172.16.1.0
R2(config-router)#network 10.0.0.0
R2(config-router)#no auto-summary

```

Harjoituksen kaapeleiden up/down-tilojen pitäisi olla kuvion 19 mukaisesti up-tilassa eli niiden pitäisi palaa vihreinä.



KUVIO 19. Kolmas vaihe

Asetetaan seuraavaksi PC1:n IP-asetukset. Valitaan desktop-välilehti ja sieltä IP-asetukset. Katsotaan, että static-tila on valittuna. Laitetaan IP-osoitteeksi 172.16.0.2, subnet mask on oletus 255.255.0.0, ja oletusyhdykäytävä (Default

Gateway) on 172.16.0.1. Asetetaan vielä PC2:n IP-osoitteeksi 172.16.1.2, subnet maski on oletus, ja oletusyhdyskäytävä on 172.16.1.1.

Kokeillaan asetusten toimivuutta. Valitaan PC1- ja desktop-välilehdestä Command Prompt-ohjelma. Kirjoitetaan ping 172.16.1.2, jolloin ohjelma antaa tiedon siitä, meneekö yhteys läpi kohteeseen vai ei millisekuntien tarkkuudella. Yhteyden pitäisi toimia. Reitittimestä löytyy myös sama komento yhteyksien testaukseen. Kokeillaan, saako Router1 yhteyden Router2:een käyttäen ping-komentoa. Tämänkin yhteyden pitäisi olla kunnossa, jos tietokoneet saavat yhteyden toisiinsa. Show ip protocols -komentoa käyttäen voidaan selvittää, mikä protokolla on tällä hetkellä käytössä ja että se on versio 2 niin kuin on konfiguroitu.

R1>ping 10.0.0.2

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.0.2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/4/6 ms

R1>show ip protocol

Routing Protocol is "rip"

Sending updates every 30 seconds, next due in 12 seconds

Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240

Outgoing update filter list for all interfaces is not set

Incoming update filter list for all interfaces is not set

Redistributing: rip

Default version control: send version 2, receive 2

Interface	Send	Recv	Triggered	RIP	Key-chain
FastEthernet0/0	2	2			
Serial2/0	2	2			

Automatic network summarization is not in effect

Maximum path: 4

Routing for Networks:

10.0.0.0

172.16.0.0

Passive Interface(s):

Routing Information Sources:

Gateway	Distance	Last Update
10.0.0.2	120	00:00:07

Distance: (default is 120)

5.2 CNA 3 – LAN Switching and Wireless

Tehtävänäsi on luoda IT Oy:n käyttöön yhtiön sisäinen lähiverkko. Yhtiön toimitiloihin kuuluu kolme isoa toimitilaa ja lisäksi serverihuone. Käytössäsi on kolme kytkintä, yksi reititin ja 3 tietokonetta verkon testausta varten. Yritykselle tulee Internet-yhteys valokaapelilla, mutta tätä ei tarvitse ottaa huomioon laboratoriotyösimulaatiota tehdessä, sillä ainoastaan lähiverkon täytyy olla toimiva. Toimitiloihin olisi tarkoitus tehdä virtuaalilähiverkot. VLANit suunnitellaan siten, että jokainen tila saa oman VLANinsa ja nämä tietokoneet, jotka ovat eri toimitiloissa, voivat olla yhteydessä toisiinsa. Jokaiseen kytkimeen pitää tehdä neljä VLANia, yksi VLAN Hallinnolle ja loput kolme toimitiloja varten. VLANit asetetaan toimimaan Trunk-tilaan. Reititin yhdistetään johonkin kolmesta kytkimestä. Kytkimet yhdistetään toisiinsa ristikaapeleilla (Copper Cross-over). Toimitiloihin tarkoitetut IP-osoitteet ovat 192.168.10.0/24, 192.168.20.0/24 ja 192.169.30.0/24. Kytkimet toimivat seuraavilla IP-asetuksilla: 192.168.99.11, 192.168.99.12 ja 192.168.99.13. Kokeile laboratorioharjoituksen lopuksi lähetysten toimivuutta tietokoneiden kesken ping-komentoa käyttäen saadaksesi vahvistuksen yhteyksien toimivuudelle.

5.2.1 LAB 2 – VLAN-harjoitus – Komennot

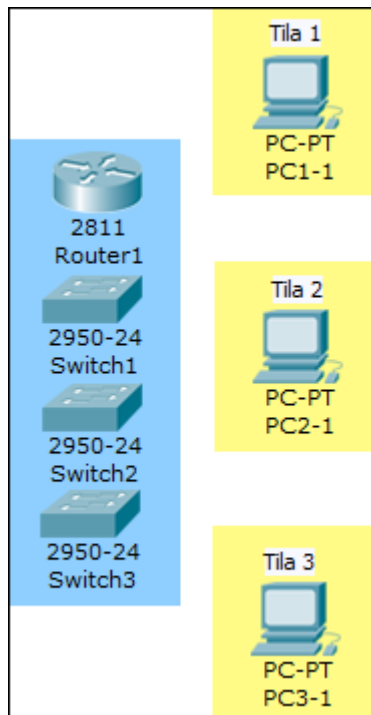
Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräluettelista. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. VLAN-harjoituksen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 2.

TAULUKKO 2. LAB 2 -komennot

Komento	Selitys
enable secret class	asettaa salauksen käyttäen "MD5 hash" -algoritmiä
no ip domain-lookup	kytkee Hostin pois päältä välittämästä IP-osoitteita estääkseen domain-serveriosoitteen 255.255.255.255 -lähetykset
ip default-gateway (osoite)	asettaa oletusyhdyskäytävän
#line console 0 #password (salasana) #login	asettaa konsoliin salasanan reitittimelle tai kytkimelle, komennon konfiguroitua salasanaa tarvitaan, jos halutaan muokata laitteen asetuksia
#line vty 0 15 #password (salasana) #login	asettaa Telnet-salasanan kytkimelle tai reitittimelle, sen avulla voidaan PC:n Command Promptia käyttäen yhdistää reititin tai kytkin terminaaliin komennolla telnet (osoite)
copy running-config startup-config	tallentaa nykyiset asetukset reitittimen tai kytkimen muistiin, lyhennettä komennosta on helpompi käyttää, joka on "copy run start"
interface range fa0/1-30	voidaan avata useita portteja kerralla ja antaa niille komentoja huom. portit ovat esimerkissä keksittyjä
interface vlan 80 (osoite)	asettaa tietylle VLANille IP-osoitteen, tässä esimerkissä VLAN 80:lle
switchport mode access	asettaa valitun/valitut portit Access-tilaan
switchport mode trunk	asettaa valitun/valitut portit Trunk-tilaan
switchport trunk native vlan 80	asettaa Trunk-porttiin alueellisen VLANin, tässä esimerkissä VLAN 80:lle
vtp mode server	asettaa laitteen serveritilaan, oletuksena päällä laitteissa
vtp mode client	asettaa laitteen asiakastilaan
vtp domain lab1	asettaa VTP-domainin nimen, tässä tapauksessa lab1, oletuksena nimi on NULL
vtp password (salasana)	asettaa VLAN Trunk -protokollalle salasanan
duplex auto	asettaa automaattisesti duplexin tietyille portille
speed auto	asettaa automaattisesti nopeuden tietyille portille
#interface fa0/1.1 #encapsulation dot1q 1 #ip address (osoite)	asettaa tietyn portin käyttämään dot1q1-kapselointia, sen avulla kytkin käyttää reitittimen reittiä reititykseen VLANien välillä

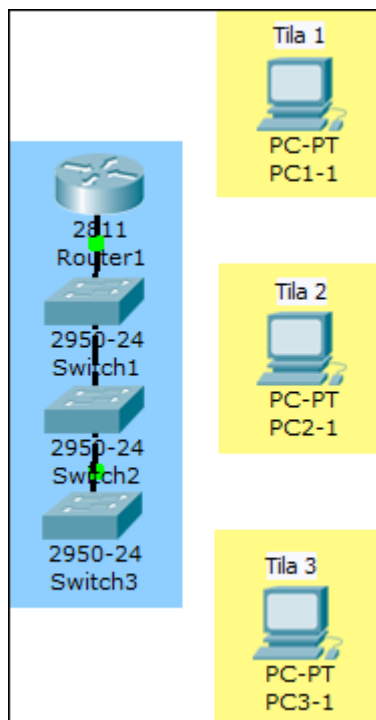
5.2.2 LAB 2 – VLAN-harjoitus

Aloitetaan lähiverkon teko laitteiden asettelulla. Asetetaan reititin ja kytkimet vierekkäin niin kuin ne olisivat oikeassa tilanteessakin tietokonelaitteistotilassa. Tämän jälkeen eritellään tietokoneet siten, että yksi tietokone asetetaan aina yhteen toimitilaan. Nimetään laitteet siten, etteivät ne sisällä nollia. Näin vältetään monilta sekaannuksilta tulevaisuudessa. Tietokoneet nimetään toimitiloittain, esimerkiksi ensimmäisessä toimitilassa tietokoneen nimi voisi alkaa toimitilan numerolla ja seuraavaksi olisi itse tietokoneen numero. Kuviosta 20 nähdään laitteiden sijoittelut ja nimeämiset.



KUVIO 20. Ensimmäinen vaihe

Seuraavaksi on vuorossa kaapelointi. Käytetään kaapeloinnissa suorakytkentä- ja ristikaapelia. Kytketään suorakytkentäkaapeli reitittimen FastEthernet 0/1 -portista S1:n (Switch1) FastEthernet 0/1 -porttiin. Kytketään kytkimet toisiinsa ristikytkentäkaapelia käyttäen. Asetetaan ristikytkentäkaapeli S1 ja S2 (Switch2) välille Fa 0/2 -portista Fa 0/2 -porttiin. S2 kytketään Fa 0/1 -portista S3:n (Switch3) Fa 0/1 -porttiin. Tietokoneet kytketään myöhemmin suorakytkentäkaapelia käyttäen portteihin 3–24. Lähiverkon pitäisi näyttää kaapeloinnin jälkeen kuviolta 21.



KUVIO 21. Toinen vaihe

Konfiguroidaan jokaiselle kytkimelle perusasetukset. Vaihdetaan kytkimille nimet, asetetaan salausavaimet ja oletusyhdykäytävä. Käynnistetään myös portit kytkimistä.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#enable secret class
S1(config)#no ip domain-lookup
S1(config)#ip default-gateway 192.168.99.1
S1(config)#line console 0
S1(config-line)#password cisco
S1(config-line)#login
S1(config-line)#line vty 0 15
S1(config-line)#password cisco
S1(config-line)#login
S1(config-line)#end
```

%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

```
S1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
```

[OK]

```
S1(config)#interface range fa0/1-24
S1(config-if)#switchport mode access
S1(config-if)#no shutdown
```

Konfiguroidaan kytkimet käyttämään VTP:tä (VLAN Trunk Protocol). Asetetaan S1 serveriksi ja loput kytkimet asetetaan clientiksi. Jos kaikki kytkimet jätettäisiin serveriksi, niiden välille saattaisi tulla ristiriitoja ja ne eivät toimisi oikein.

```
S1(config)#vtp mode server
Device mode already VTP SERVER.
S1(config)#vtp domain lab2
changing VTP domain name from NULL to lab2
S1(config)#vtp password cisco
Settings device VLAN database password to cisco
```

```
S2(config)#vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode
S2(config)#vtp domain lab2
changing VTP domain name from NULL to lab2
S2(config)#vtp password cisco
Settings device VLAN database password to cisco
```

```
S3(config)#vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode
S3(config)#vtp domain lab2
changing VTP domain name from NULL to lab2
S3(config)#vtp password cisco
Settings device VLAN database password to cisco
```

Seuraavaksi konfiguroidaan jokaiselle kytkimelle niiden portit toimimaan Trunk-tilassa. Trunk-tila mahdollistaa useiden VLANien käytön kytkimien välille. Mismatch-ilmoituksesta ei kannata piitata, sillä se loppuu, kun on konfiguroitu Trunk-tilat jokaiseen kytkimeen.

```
S1(config)#interface range fa0/1-2
S1(config-if-range)#switchport mode trunk
S1(config-if-range)#switchport trunk native vlan 99
S1(config-if-range)#no shutdown
S1(config-if-range)#exit
%CDP-4-NATIVE_VLAN_MISMATCH: Native VLAN mismatch discovered on
FastEthernet0/2 (99), with S2 FastEthernet0/2 (1).
```

Nimetään VLANit käyttötarkoitusten mukaisesti ja konfiguroinnit tehdään vain S1:een, koska se toimii kytkimien serverinä. S1 osaa jakaa VLANien nimet verkon muihin kytkimiin.

```
S1(config)#vlan 99
S1(config-vlan)#name Hallinto
S1(config)#vlan 10
S1(config-vlan)#name Tila1
S1(config)#vlan 20
S1(config-vlan)#name Tila2
S1(config)#vlan 30
S1(config-vlan)#name Tila3
```

Konfiguroidaan kytkimille VLAN 99 -osoitteet asetuksiin. Konfiguroinnin jälkeen pitäisi kytkinten tulostaa, että VLAN 99 -tila on toiminnassa. Kokeillaan myös kytkimien ping-komentoa apuna käyttäen, menevätkö yhteydet kytkimillä perille saakka VLAN 99 -osoitteisiin. Yhteyksien pitäisi toimia.

```
S1(config)#interface vlan 99
S1(config-if)#ip address 192.168.99.11 255.255.255.0
S1(config-if)#no shutdown
```

```
S2(config)#interface vlan 99
S2(config-if)#ip address 192.168.99.12 255.255.255.0
S2(config-if)#no shutdown
```

```
S3(config)#interface vlan 99
S3(config-if)#ip address 192.168.99.13 255.255.255.0
S3(config-if)#no shutdown
```

Asetetaan jokaiselle kytkimille VLAN 10:n, 20:n ja 30:n alue portteihin, eli mitkä kunkin kytkimen porteista menevät osaksi eri toimitiloja. Samalla voidaan kytkeä tietokoneet kiinni eri VLANeihin testausta varten. Tallennetaan vielä asetukset kytkimien muistiin.

```
S1(config)#interface range fa0/3-24
S1(config-if-range)#switchport access vlan 10
S1(config-if-range)#end
S1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
```

```

S2(config)#interface range fa0/3-24
S2(config-if-range)#switchport access vlan 20
S2#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]

```

```

S3(config)#interface range fa0/3-24
S3(config-if-range)#switchport access vlan 30
S3#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]

```

Laboratorioharjoituksen lopuksi konfiguroidaan jäljellä oleva reititin. Asetetaan reitittimen reitit käyttämään kapselointia (encapsulation dot1q1), joka mahdollistaa Trunk-porttien käytön kytkimiin. Tämä toiminto tunnetaan myös nimellä "Router on a stick". Se tarkoittaa, että kytkin käyttää reitittimen reittiä reititykseen VLANien välillä. Kun jokainen osoite on laitettu, reitittimen pitäisi tulostaa ilmoitus, jossa portti käynnistyy.

```

router(config)#hostname R1
R1(config)#enable secret class
R1(config)#no ip domain lookup
R1(config)#interface fa0/1
R1(config-if)#no ip address
R1(config-if)#duplex auto
R1(config-if)#speed auto
R1(config-if)#no shutdown

```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
```

```

R1(config-if)#interface fa 0/1.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 1
R1(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#interface fa 0/1.10
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 10
R1(config-subif)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)#interface fa 0/1.20
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 20
R1(config-subif)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
R1(config-if)#interface fa 0/1.30
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 30

```

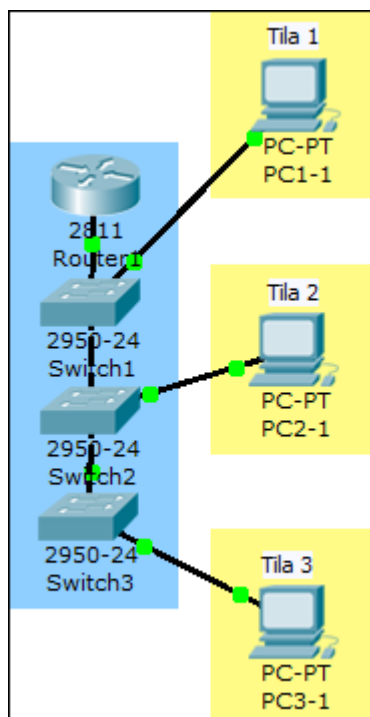
```

R1(config-subif)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
R1(config-if)#interface fa 0/1.99
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 99 native
R1(config-subif)#ip address 192.168.99.1 255.255.255.0
R1(config)#line con 0
R1(config)#line vty 0 4
R1(config)#password cisco
R1(config)#login
R1(config)#end

```

"Show ip route" -komennolla voi konfiguroinnin jälkeen tarkastaa, että reitittimestä löytyy oikeat osoitteet (KUVIO 22.) Tarkastetaan myös laboratorioharjoituksen loputtua, toimivatko yhteydet eri toimitilojen välillä.

- C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1.1
- C 192.168.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1.10
- C 192.168.20.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1.20
- C 192.168.30.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1.30
- C 192.168.99.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1.99



KUVIO 22. Kolmas vaihe

5.3 CNA 4 – Accessing the WAN

Tehtävänäsi on luoda yritysverkko Ohjelmointi Oy:n toimitiloihin. Yhtiön tiloihin kuuluu kaksi isoa toimitilaa ja lisäksi serverihuone. Yhtiö on tekemässä samanlaisesti kahta eri projektia, joita tehdään eri toimitiloissa. Tämän takia olisi hyvä, että projektien verkot pidettäisiin erillään toisistaan. Internet-yhteys saadaan Internet-palveluntarjoajalta (ISP-reititin). Käytössäsi on serveri, kolme reititintä, kaksi kytkintä, kaksi tietokonetta ja ISP-reititin. Projektit erotetaan toisistaan käyttäen pääsylistoja. (Access Control Lists). Toimitilat erotetaan toisistaan standardpääsystä käyttäen. Verkossa käytetään myös NATia (Network Address Translation). Serveri konfiguroidaan käyttämään annettuja IP-osoitteita ja NAT-jakelu tehdään serverin avulla. NAT jaetaan verkon kesken extended ACL:ää käyttäen (ei koske ISP-reititintä). Yksi reitittimistä toimii DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)-jakelun toimipisteenä. Pohdi, mikä reitittimistä olisi siihen paras vaihtoehto. Yritysverkossa käytetään OSPF-protokollaa. Yritysverkon reitittimet yhdistetään toisiinsa serial-kaapeleilla ja ISP-reititin yhdistetään yritysverkkoon valokaapelilla. Valitse reititin tarkoin suunniteltaessa lähiverkkoa, sillä tulet tarvitsemaan lukuisia erilaisia portteja. ISP-reitittimen osoite on 209.165.200.226 ja maski 255.255.255.252. Serverin paikallinen osoite (local adress) on 192.168.20.254 ja julkinen osoite (global address) on 209.165.200.254.

5.3.1 LAB 3 – Pääsystä ja NAT-harjoitus – Komennot

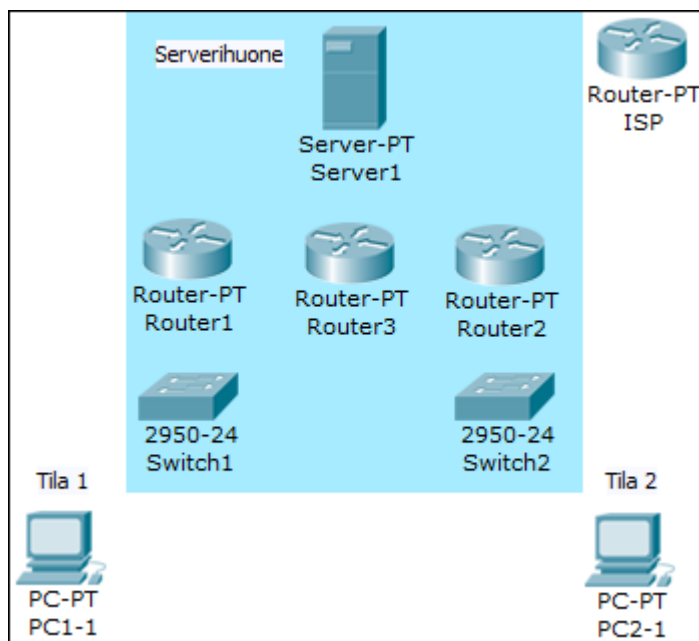
Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräitä. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. Pääsystä ja NAT-harjoitukseen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 3.

TAULUKKO 3. LAB 3 -komennot

Komento	Selitys
router ospf 1	asetetaan OSPF 1-piiriin ne IP-osoitteet, joita OSPF-käyttää
ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.10	voidaan estää DHCP-jakelua jakamasta tiettyjä osoitteita, esimerkiksi väliltä 192.168.10.1–192.168.10.10 olevia osoitteita ei jaeta
#ip dhcp pool Tila1 #network 192.168.10.0 255.255.255.0 #default-router 192.168.10.1	voidaan asettaa pool ja nimetä se, sen jälkeen voidaan asettaa poolin IP-osoiteavaruus ja osoiteavaruuden oletusreititin
ip helper-address (osoite)	asettaa portille helper-osoitteen, jonka avulla paketit ohjautuvat oikeaan paikkaan
ip access-list standard (nimi)	asettaa Standard-pääsylistan, joka voidaan myös nimetä
ip access-list extended (nimi)	asettaa laajennetun pääsylistan, joka voidaan myös nimetä
permit any	voidaan päästää liikennettä läpi
deny (osoite)	voidaan estää tiettyjä IP-osoitteita
ip route (osoite) fa1/0	asettaa IP-reitin tiettyyn porttiin
default-information originate	mainostaa oletusreittiä, jos sellainen on reititystaulussa
ip nat inside source static	asettaa staattisen lähdeosoitteen NATille
ip nat outside	asettaa tietyn portin NAT-alueen ulkopuolelle
ip nat inside	asettaa tietyn portin NAT-alueen sisäpuolelle
show ip nat translations	nähdään NAT-lähetykset eri osoitteista
show ip nat statistics	nähdään, mitkä portit ovat NATin sisällä ja mitkä ovat sen ulkopuolella, myös lähetetyt ja välille jääneet IP-paketit nähdään tätä komentoa käyttäen

5.3.2 LAB 3 – Pääsystä ja NAT-harjoitus

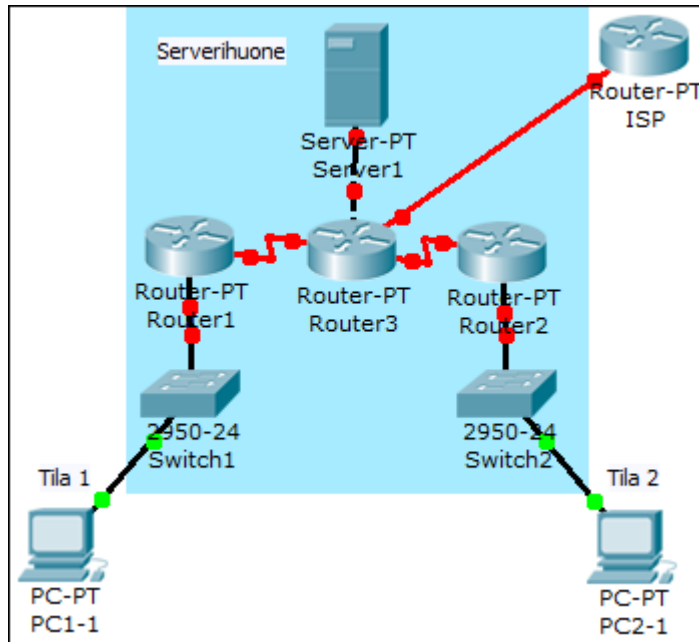
Aloitetaan yritysverkon luonti laitteiden asettelulla. Asetetaan reitittimet ja kytkimet toistensa läheisyyteen niin kuin ne olisivat oikeassa tilanteessakin serverihuoneessa. Tämän jälkeen lisätään tietokone yrityksen kahteen eri toimitilaan. Nimitään laitteet siten, etteivät ne sisällä nollia. Näin vältetään monilta sekaannuksilta tulevaisuudessa. Nimitään tietokoneet huoneittain, esimerkiksi ensimmäisessä huoneessa tietokoneiden nimet alkavat PC1-1:llä ja toisessa huoneessa PC2-1:llä. Sijoitetaan yksi reitittimestä verkon keskelle mahdollisesti hoitamaan ISP-reitittimen ja serverin yhdistäminen lähiverkkoon. Kuviossa 23 on yksi vaihtoehto laitteiden sijoittelusta.



KUVIO 23. Ensimmäinen vaihe

Seuraavaksi on vuorossa kaapelointi. Käytetään kaapeloinnissa suorakytkentä-, ristikytchentä- ja serial-kaapeleita. Käytetään myös valokaapelia (fiber) ISP-reitittimen yhdistämiseen. Kytetään ristikytchentäkaapeli serverin Fa-portista R3:n Fa 0/0 -porttiin. Yhdistetään ISP-Router-valokaapelilla Fa 4/0 -portista R3:n Fa 4/0 -porttiin. Kytetään reitittimet toisiinsa käyttäen serial-kaapeleita. Laitetaan serial-kaapelin DCE-pää R1:n 2/0-porttiin ja kytetään se R3:n serial 2/0-porttiin. R2:n DCE-pää kytetään serial 3/0 -porttiin ja se yhdistetään R3:n serial 3/0 -porttiin. Lopuissa kytkennöissä käytetään suorakytkentäkaapelia. Kytetään kytkimet kiinni

reitittimiin. Kytetään R1 Fa 0/0 -portista S1:n Fa 0/1 -porttiin ja vastaavasti R2:n S2:een käyttäen samoja portteja. Lopuksi kytketään tietokoneet kiinni kytkimiin, Tila 1:n tietokone S1:een ja Tila 2:n tietokone S2:een. Käytetään tietokoneiden Fa-porttia eikä RS 232 -porttia. Kuviossa 24 on esiteltynä tämänhetkinen tilanne.



KUVIO 24. Toinen vaihe

Konfiguroidaan perus salausasetukset jokaiselle reitittimelle.

```
Router(config)#hostname ISP
ISP(config)#no ip domain-lookup
ISP(config)#enable secret class
ISP(config)#line con 0
ISP(config-line)#password cisco
ISP(config-line)#login
ISP(config-line)#line vty 0 4
ISP(config-line)#password cisco
ISP(config-line)#login
ISP(config-line)#end
```

Konfiguroidaan osoiteavaruudet R1 ja R2 reitittimiin Fast Ethernet -portteihin. No shutdown -komennon jälkeen pitäisi porttien nousta heti valmiustilaan. Serial-portteja konfiguroidessa R1:een ja R2:een, täytyy muistaa "clockrate"-komento. Kaapelointivaiheessa laitettiin DCE-päät serial-kaapeleista R1:een ja R2:een, joten sen takia kellotaajuus kuuluu konfiguroida niihin. Serial-kaapeleiden molemmil-

la päällä on omat IP-osoitteensa, joten muistetaan konfiguroida ne. Lisätään reititimiin myös ospf-protokollan osoitteet.

```
R1(config)#int fa0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```
R1(config-if)#int se2/0
R1(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
R1(config-if)#clock rate 125000
R1(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to down

```
R1(config-if)#router ospf 1
R1(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.3 area 0
```

```
R2(config)#int fa0/0
R2(config-if)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```
R2(config-if)#int se3/0
R2(config-if)#ip address 10.2.2.2 255.255.255.252
R2(config-if)#clock rate 125000
R2(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial3/0, changed state to up

```
R2(config-if)#router ospf 1
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial3/0, changed state to up
R2(config-router)#network 10.2.2.0 0.0.0.3 area 0
01:14:15: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 209.165.200.225 on Serial3/0 from LOADING to FULL, Loadin
R2(config-router)#network 192.168.20.0 0.0.0.255 area 0
```

```
R3(config)#interface fa0/0
R3(config-if)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shut
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```
R3(config)#interface fa4/0
R3(config-if)#ip address 209.165.200.225 255.255.255.252
R3(config-if)#no shut
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet4/0, changed state to down

```
R3(config-if)#interface se2/0
R3(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
R3(config-if)#no shut
```

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial2/0, changed state to up

```
R3(config-if)#int se3/0
R3(config-if)#ip address 10.2.2.1 255.255.255.252
R3(config-if)#no shut
```

%LINK-5-CHANGED: Interface Serial3/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial3/0, changed state to up

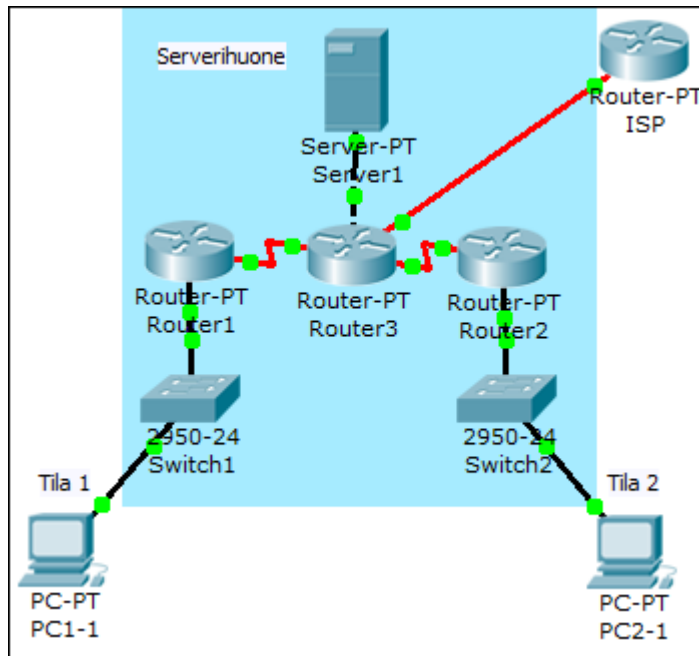
```
R3(config-if)#router ospf 1
R3(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.3 area 0
R3(config-router)#network 10.2.2.0 0.0.0.3 area 0
```

ISP-reitittimeen konfiguroidaan valokaapelin osoite.

```
ISP(config)#int fa4/0
ISP(config-if)#ip address 209.165.200.226 255.255.255.252
ISP(config-if)#no shut
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet4/0, changed state to up

Kun komennot on konfiguroitu, pitäisi kaikkien yhteyksien näyttää vihreää valoa kuvion 25 mukaisesti.



KUVIO 25. Kolmas vaihe

Konfiguroidaan tietokoneet käyttämään DHCP-asetuksia. Avataan tietokoneen desktop-välilehti, josta valitaan IP Configuration. Valitaan Static-osoitteiden sijaan DHCP. Tämä toimenpide toistetaan jokaiselle verkkoon kytketylle tietokoneelle. Asetetaan seuraavaksi serverin asetukset. Valitaan serveri, desktop-välilehti ja IP Configuration. Annetaan IP-osoitteeksi 192.168.30.254/24 ja oletusyhdydyskäytäväksi 209.165.200.254.

Ennen kuin serveri aloittaa DHCP-osoitteiden jakelun yritysverkolle, kannattaa varata joitakin osoitteita talteen 192.168.10.0- ja 192.168.20.0-verkoista. Esimerkiksi 192.168.10.0-osoiteavaruudesta menisi ensimmäinen osoite 192.168.10.1 käyttöön laitteelle, joka käyttää DHCP-asetuksia. Tämä osoite olisi kuitenkin hyvä ottaa talteen, koska se on yleensä esimerkiksi tarkoitettu kytkimelle. Tehtävässä kuitenkin ei tarvitse kytkimelle IP-osoitetta antaa, mutta jos vaikka tulevaisuudessa yhtiön pitää saada osoitteet kytkimille, ne on silloin helposti saatavilla. Seuraavaksi kirjoitetaan IP DHCP excluded-address -komento R1:een ja R2:een, jotta voidaan estää kyseisten osoitteiden jakelu. Varataan S1:n ja S2:n osoiteavaruuksista ensimmäiset 10 osoitetta talteen. Osoitteita ei välttämättä tarvitsisi varata näin paljon, mutta on helpompi muistaa tietokoneiden numerot toimitilassa, jos vaikka ensimmäinen tietokone saisikin osoitteen 192.168.10.11 eikä esimerkiksi 192.168.10.5.

```
R3(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.10
R3(config)#ip dhcp pool Tila1
R3(dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
R3(dhcp-config)#default-router 192.168.10.1
```

```
R3(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.20.1 192.168.20.10
R3(config)#ip dhcp pool Tila2
R3(dhcp-config)#network 192.168.20.0 255.255.255.0
R3(dhcp-config)#default-router 192.168.20.1
```

Katsotaan PC1-1:n Command Prompt -ohjelmaa käyttäen tietokoneen IP-asetukset. Kirjoitetaan komento ipconfig. Huomataan, että tietokone ei vieläkaan saa DHCP-jakeluna IP-osoitteita. Se johtuu siitä, että DHCP-serveri ja DHCP-clientit eivät ole samassa subnetissä. Sen takia DHCP-lähetys ei mene perille asti. Tehdään R1:een ja R2:een helper-address -komennot.

```
R1(config)#interface fa0/0
R1(config-if)#ip helper-address 10.1.1.2
R2(config)#interface fa0/0
R2(config-if)#ip helper-address 10.2.2.1
```

Mennään takaisin PC1-1:n Command Promptiin ja kirjoitetaan ipconfig /release ja ipconfig /renew -komennot. /release -komento vapauttaa IP-asetukset ja /renew uusii uudet osoitteet. Ipconfig -komennolla nähdään, ovatko DHCP-osoitteet menneet tietokoneelle asti. Nyt pitäisi DHCP-lähetyksen mennä läpi ja osoitteiden pitäisi näkyä tietokoneessa. Jos laboratoriosimulaatiossa käytettäisiin useita koneita kahden tietokoneen sijaan, kannattaisi helper-address -komento kirjoittaa reitittimiin jo aikaisemmin. Tämän jälkeen laitettaisiin vasta tietokoneet etsimään DHCP-osoitteita. Tämä nopeuttaisi huomattavasti verkon tekoa, sillä Command Promptiin ei tarvitsisi jokaiselle tietokoneelle kirjoittaa erikseen ipconfig /renew -komentoa.

Nyt kun PC1-1:n ja PC2-1:n välillä on toimiva yhteys, tehdään laboratorioharjoitukseen access-list estämään Tila1:n yhteys Tila2:een. Käytetään siinä standard access-listaa. Luodaan R1:een Lista1 ja R2:een Lista2. Lista1 estää 192.168.20.0-osoitteiden pääsyn Tila 1:een, kun taas Lista2 estää 192.168.10.0-osoitteet. Tarkoitus ei ole kuitenkaan blokata kaikkea liikennettä Tila1:een ja Tila2:een, joten kirjoitetaan permit any -komento myös listoihin. Täytyyhän tietokoneiden päästä

esimerkiksi. Internetiin ISP:n avulla. Lopuksi kirjoitetaan komento copy run start (copy running-config startup-config.)

```
R1(config)#ip access-list standard Lista1
R1(config-std-nacl)#deny 192.168.20.0 0.0.0.255
R1(config-std-nacl)#permit any
R1(config)# interface serial2/0
R1(config-if)#ip access-group Lista1 in
R1#copy run start
```

```
R2(config)#ip access-list standard Lista2
R2(config-std-nacl)#deny 192.168.10.0 0.0.0.255
R2(config-std-nacl)#permit any
R2(config)# interface serial3/0
R2(config-if)#ip access-group Lista2 in
R2#copy run start
```

Kokeillaan ping-komennolla access-listojen toimivuutta tietokoneiden kesken. Lähetysten ei pitäisi mennä läpi. Seuraavaksi olisi vuorossa NATin konfigurointi, joka on viimeinen vaihe laboratorioharjoituksessa. Ennen kuin päästään NATin pariin, täytyy konfiguroida ISP- ja R3-reititintä. ISP käyttää staattista reititystä R3:n kautta päästäkseen koko verkkoon. R3 kuitenkin kääntää yksityisosoitteet (private addresses) julkisiksi osoitteiksi, ennen kuin se lähettää liikenteen ISP-reitittimelle. Tämän takia ISP pitää konfiguroida käyttämään julkisia osoitteita, mikä on osana NATin konfigurointia R3:een. Ohjataan ISP-reitittimen osoitteet kulkemaan IP-osoitetta 209.165.200.240 255.255.255.240 pitkin R3:een julkiseen käyttöön. Konfiguroidaan R3:een oletusreitti (default route) ja asetetaan IP-reitti 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.200.226 OSPF-protokollaan.

```
ISP(config)#ip route 209.165.200.240 255.255.255.240 fa4/0
```

```
R3(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.200.226
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#default-information originate
```

Kun IP-reittikomento on konfiguroitu R3:een, odotellaan hetki, jolloin OSPF-protokolla jakaa reitin R1:lle ja R2:lle. Tämän jälkeen voidaan R1:llä ja R2:lla katsoa "show ip route" -komennolla, onko OSPF jakanut sen. Tulostuksessa pitäisi näkyä seuraavaa:

R1: O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 10.1.1.2, 00:09:15, Serial2/0
 R2: O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 10.2.2.1, 00:14:34, Serial3/0

Lähtölaskenta tulostuksen kellolle on alkanut silloin, kun annettiin "ip route"-komento R3:een. Ajat ovat tulostuksessa siksi erilaiset, koska show ip route -komento on annettu eri aikana reitittimille.

Ohjataan staattisesti julkinen IP-osoite 209.165.200.254 osoiteeksi NATille. Lopuksi, jotta NAT saataisiin toimimaan, täytyy tarkentaa, mitkä portit ovat sisällä ja mitkä ovat ulkona NATista. Määritetään IPS ulos ja serveri sisälle. Kun on konfiguroitu asetukset, kokeillaan ISP-reitittimellä ping-komentoa käyttäen yhteyden toimivuutta julkiseen osoitteeseen 209.165.200.254. Yhteyden pitäisi mennä läpi.

```
R3(config)#ip nat inside source static 192.168.30.254 209.165.200.254
R3(config)#int fa 4/0
R3(config-if)#ip nat outside
R3(config-if)#int fa 0/0
R3(config-if)#ip nat inside
```

Tehtävän viimeisessä vaiheessa konfiguroidaan NATPOOL R3:een ja sallitaan NAT kulkemaan R1:een ja R2:een. Pool luodaan, koska se kääntää sopivat osoitteet vapaana oleviin IP-osoitteisiin välille 209.165.200.241–209.165.200.246.

```
R3(config)#ip nat pool NATPOOL 209.165.200.241 209.165.200.246 netmask
255.255.255.248
R3(config)#ip access-list extended NAT
R3(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.10.0 0.0.0.255 any
R3(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.20.0 0.0.0.255 any
R3(config)#ip nat inside source list NAT pool NATPOOL
R3(config)#interface serial 2/0
R3(config-if)#ip nat inside
R3(config)#interface serial 3/0
R3(config-if)#ip nat inside
```

Kokeillaan PC1-1 ping-komennolla, meneekö lähetys läpi ISP-reitittimen osoitteeseen 209.165.200.226. Lähetysten pitäisi mennä läpi ja "show ip nat translations"-komennon pitäisi tulostaa seuraavaa:

```
R3#show ip nat translations
Pro Inside global   Inside local   Outside local   Outside global
icmp 209.165.200.241:5 192.168.10.11:5 209.165.200.226:5 209.165.200.226:5
```

```

icmp 209.165.200.241:6 192.168.10.11:6 209.165.200.226:6 209.165.200.226:6
icmp 209.165.200.241:7 192.168.10.11:7 209.165.200.226:7 209.165.200.226:7
icmp 209.165.200.241:8 192.168.10.11:8 209.165.200.226:8 209.165.200.226:8
--- 209.165.200.254 192.168.30.254 --- ---

```

R3#show ip nat statistics

Total translations: 1 (1 static, 0 dynamic, 0 extended)

Outside Interfaces: FastEthernet4/0

Inside Interfaces: FastEthernet0/0 , Serial2/0 , Serial3/0

Hits: 6 Misses: 8

Expired translations: 8

Dynamic mappings:

-- Inside Source

access-list NAT pool NATPOOL refCount 0

pool NATPOOL: netmask 255.255.255.248

start 209.165.200.241 end 209.165.200.246

type generic, total addresses 6 , allocated 0 (0%), misses 0

5.4 BONUS Laboratorioharjoitus

Olet aloittelevan yrityksen Rekryn IT-asiantuntija. Sinulle on annettu tehtäväksi luoda toimiva lähiverkko yritykselle. Rekryn yritys kattaa tilan, joka on jaettu kahteen eri kerrokseen. Työntekijöiden toimipisteitä on neljä toimipistettä kerrosta kohti ja lisäksi johtajan toimipiste. Jokainen toimipiste sisältää pöytätietokoneen. Rekry IT:n työntekijöillä pitää olla käytössään vähintään kaksi tulostinta asiakirjojen tulostamiseen. Johtaja on toivonut saavansa verkon mahdollisimman edullisesti. Jotta välttyttäisiin kytkinkustannuksilta, voidaan niiden sijaan käyttää reititintä ja siinä mahdollista kytkinmoduulia tietokoneiden yhdistämiseen. Yritys sijaitsee pienessä kylässä, jossa ei ole mahdollisuutta kaapeliyhteyteen. Tehtävänäsi on sitä kautta luoda kuvitteellinen Internet-palveluntarjoaja (ISP-reititin), josta tulee yhteys modeemin välityksellä yritysverkkoon. ISP-reitittimeen pitää luoda DHCP-osotteiden jakelu yritysverkolle. Serveriin pitää myös luoda DNS-osoite, johon harjoituksen lopussa voidaan ottaa yhteyttä tietokoneella tämän toimivuuden varmistamiseksi. Suunnittele verkko.

5.4.1 LAB 4 – DNS-harjoitus – Komennot

Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräluettelista. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. DNS-harjoituksen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 4.

TAULUKKO 4. LAB 4 -komennot

Komento	Selitys
no cdp enable	estää cdp-lähetysten lähettämisen
spanning-tree portfast	asettaa portit toimimaan välittömästi
dns-server (osoite)	asettaa DNS-osoitteen

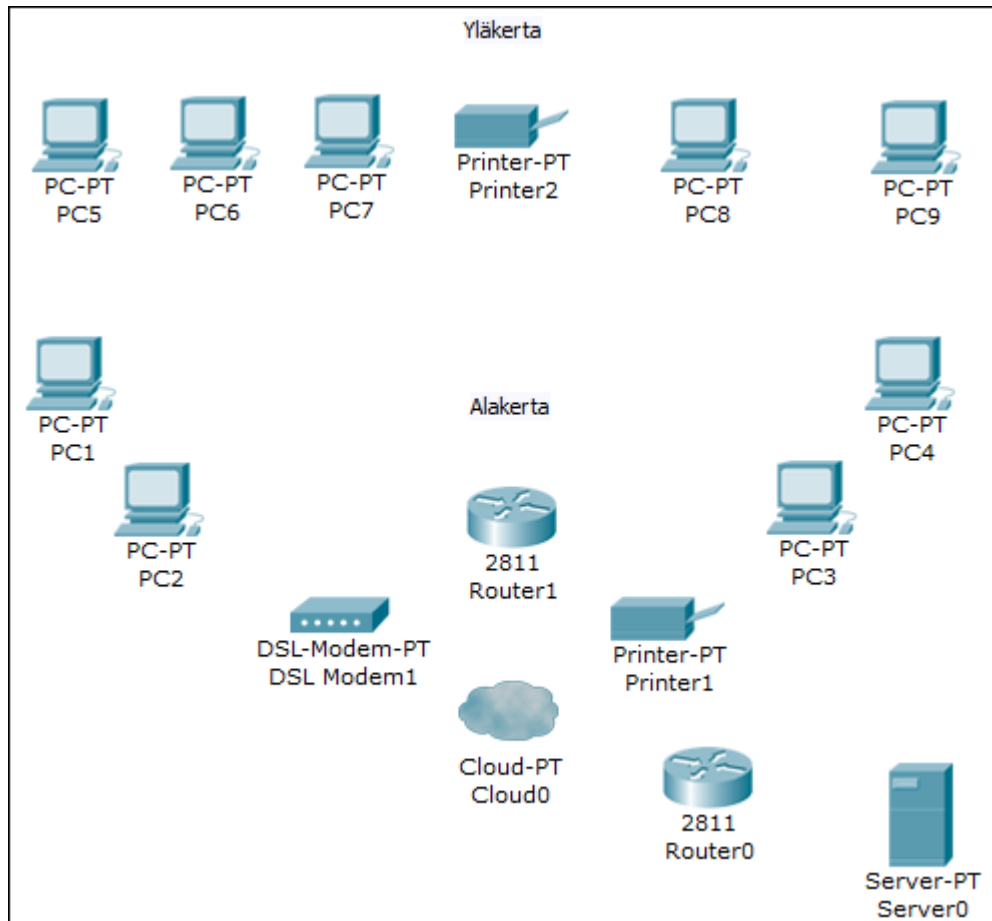
5.4.2 LAB 4 – DNS-harjoitus

Lähdetään rakentamaan verkkoa Packet Traceriin. Packet Tracerillä on hyvä jo haravoida verkon rakennetta ja laitteiden sijoitusvaihtoehtoja. Ensimmäisenä laiteetaan kaikki tarvittavat tietokoneet, mitä verkossa on. Tämän jälkeen Packet Tracer nimeää ensimmäisen tietokoneen nimellä PC0, joten tässä vaiheessa olisi jo hyvä merkitä tietokoneen nimeksi vaikka PC1, jotta vältetään jälleen sekavuuksilta.

Seuraavaksi lisätään alakertaan yksi reititin. Valitaan Packet Traceristä ”2811-Router”. Lisätään reitittimeen kytkinmoduuli. Sen avulla saadaan kaikki verkossa käytettävät laitteet samaan verkkoon. NM-ESW-161-moduuli olisi oiva valinta, sillä siitä löytyy 16 Ethernet-porttia. Moduulin asennus onnistuu Packet Tracerissä helposti. Reititin kuitenkin pitää kytkeä pois päältä ennen moduulin asennusta virtakytkimestä. Tämän jälkeen valitaan tarvittava moduuli ja vedetään se reitittimestä löytyvään ”tyhjään aukkoon”. Moduuleja käyttämällä pysytään myös paremmin budjetissa, sillä nyt ei tarvita erillistä kytkintä. Varalle kuitenkin kannattaisi ostaa toinen reititin tai kytkinmoduuli, jos se sattuisi vaikka hajoamaan.

Reitittimen viereen sijoitetaan DSL-modeemi (laajakaistamodeemi). On helpompi työskennellä tulevaisuudessa mahdollisten ongelmien kanssa, jos kaikki keskeisimmät laitteet löytyvät samasta tilasta tai ovat vierekkäin. Lopuksi sijoitetaan tulostin jokaiseen kerrokseen, jotta työntekijöiden ei tarvitsisi juosta ympäri yrityksen tiloja tulostimien perässä. Ensimmäistä tulostinta lisättäessä Packet Tracer nimeää tulostimen Printer0:ksi. Nimetään tulostin Printer1:ksi ja laitetaan se tilan alakertaan, samalla lisätään toinen tulostin yläkertaan ja nimetään se Printer2:ksi.

Verkkoon tarvitaan myös kuvitteellinen Internet-tarjoaja, joka tuo DSL-yhteyden verkkoon. Se saadaan lisäämällä verkkoon pilvipalvelin (WAN-emulation). Lisäksi tarvitaan Internet-tarjoajan oma ISP-reititin ja serveri. Kuviossa 26 on yksi vaihtoehto laboratoriotehtävään.



KUVIO 26. Ensimmäinen vaihe

Aloitetaan laboratorioharjoituksen kytkentävaihe. Ensimmäisenä pilvipalvelin kytetään suorakytkentäkaapelilla kiinni ISP-reitittimeen FastEthernet 0/0:sta Ethernet 6:een. Palvelimen sisältä säädetään DSL-asetuksista modeemi 4 Ethernet 6:een ja lisätään se vieressä olevaan listaan. Sitten mennään reitittimen sisälle CLI-välilehteen, jossa voidaan antaa komentoja reitittimelle. Fa 0/0 on se portti, johon IP-osoite 1.1.1.1 255.255.255.0 ohjautuu. Cdp(Cisco Discovery Protocol)-komennolla estetään turhien ilmoitusten lähettäminen eteenpäin.

```
Continue with configuration dialog? [yes/no]: no
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)# interface fa 0/0
```

```
Router(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```
Router(config-if)#no cdp enable
Router(config-if)#exit
Router(config)#hostname ISP
```

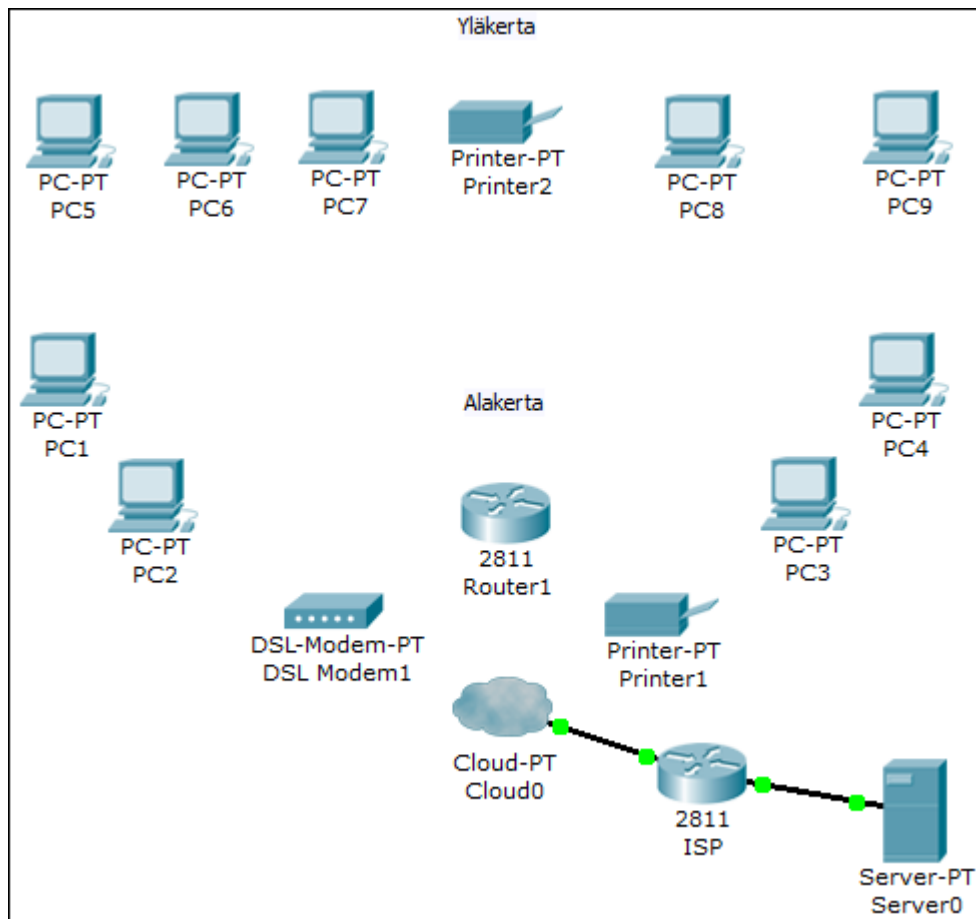
Käynnistetään reitittimen komennoilla ISP-reitittimen moduuli ja asetetaan yhteen näistä uusista porteista VLAN-osoite.

```
ISP(config)#interface vlan 10
ISP(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
ISP(config-if)#int range fa 1/0 - 15
ISP(config-if-range)#switchport access vlan 10
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan10, changed state to up
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 10
ISP(config-if-range)#no shutdown
```

Nyt kaikkien moduulin tuomien lisäporttien pitäisi olla toimintakunnossa.

Internet-tarjoajan serverin voi yhdistää nyt ISP-reitittimeen. Yhdistetään se suora-kytkentäkaapelilla serverin FastEthernet-portista ISP-reitittimen FastEthernet 1/0 -porttiin. Tämän jälkeen laitetaan serverille IP-asetukset. Avataan serveri ja mennään sieltä serverin desktop-välilehteen IP-asetuksiin (IP-Configuration). IP-osoiteeksi annetaan 10.10.10.2, Subnet Maskiksi 255.255.255.0 ja oletusyhdysskäytäväksi 10.10.10.1. Config-välilehden global-asetuksista annetaan DNS-serverin IP-osoitteeksi 10.10.10.2. Lopuksi painetaan Services, jonka alavalikosta valitaan DNS. DNS-valikosta voidaan tehdä DNS-osoite, jota testataan vielä myöhemmin. Laitetaan nimeksi vaikka www.cou.fi ja osoitteeksi 10.10.10.2. Tämän jälkeen Internet-tarjoajan serveriasetukset ovat valmiina. Tähän asti laitettut asetukset näkyvät kuviossa 27.



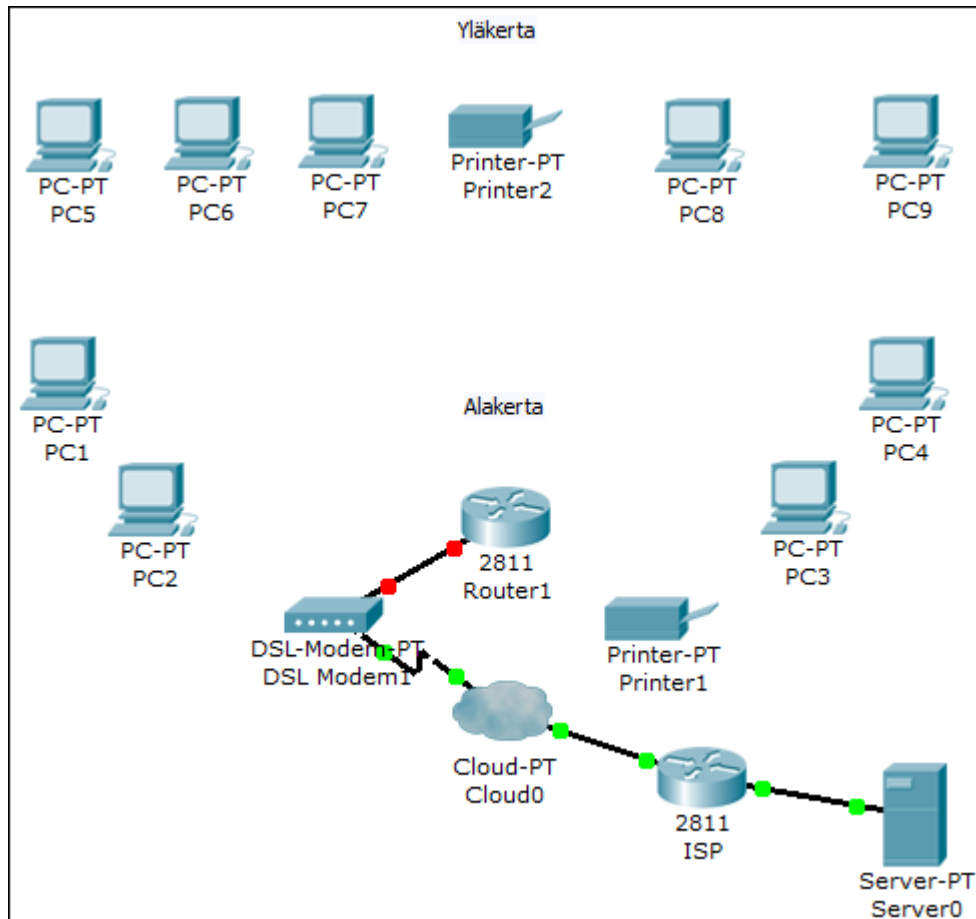
KUVIO 27. Toinen vaihe

Nyt olisi aika taas muokata ISP-reititintä. Asetetaan reitittimeen DHCP-asetukset, jotta asennettu DSL-modeemi saisi kaikki tarvittavat asetukset serveriltä. Annetaan DHCP POOLin nimeksi Internet_Kayttajat ja estetään 1.1.1.1-osoite verkon käyttäjiltä, jotta he eivät pääsisi muokkaamaan reitittimen asetuksia.

```
ISP>enable
ISP#configure terminal
ISP(config)#ip dhcp pool Internet_Kayttajat
ISP(dhcp-config)#network 1.1.1.0 255.255.255.0
ISP(dhcp-config)#default-router 1.1.1.1
ISP(dhcp-config)#dns-server 10.10.10.2
ISP(dhcp-config)#exit
ISP(config)#ip dhcp excluded-address 1.1.1.1
```

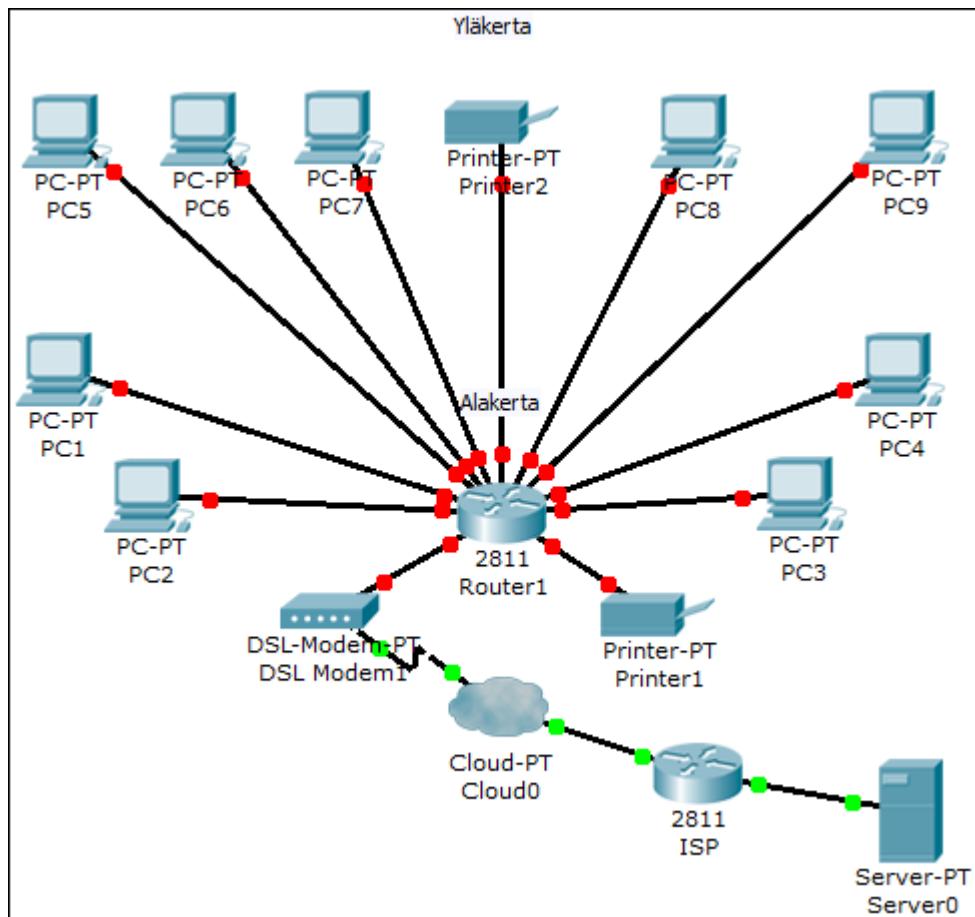
Kytetään seuraavana DSL-modeemi pilvipalvelimeen. Tällä kertaa ei käytetä parikaapelia vaan otetaan puhelinkaapeli. Kytetään se DSL-modeemin portti 0:sta kulkemaan pilvipalvelimen Modem4:ään. Sen jälkeen jää kytkettäväksi yritysver-

kon reititin, joka yhdistetään DSL-modeemiin. Otetaan suorakytkentäkaapeli ja kytketään se modeemin portti 1:stä reitittimen FastEthernet 0/0 -porttiin. KytKentä näkyy kuvion 28 mukaisesti.



KUVIO 28. Kolmas vaihe

Seuraavana vaiheena on tietenkin tietokoneiden ja tulostimien kytkentä, ja niissä käytetään suorakytkentäkaapelia. Reitittimen moduulin porttinumerot ovat vielä näin pienessä yrityksessä jokseenkin helppo määrittää järkeviksi, mutta isommissa yrityksissä se tuottaa vaikeuksia, koska siellä on enemmän laitteita. Kytkinmoduulin portit kannattaa laittaa jonnekin muistiin, jotta muistaa, mikä kaapeli menee mihinkin. On myös erivärisiä parikaapeleita, jotka auttavat muistamisessa. Tässä tilanteessa laitetaan kuitenkin parikaapelit reitittimen moduulin siten, että PC1 tulee 1/1-porttiin, ja siitä jatketaan konekohtaisesti eteenpäin. Näin jää pieneksi muistisäännöksi vielä tulostimien osalle se, että ensimmäisen kerroksen tulostin printer1 tulee 1/11-porttiin ja printer2 1/12-porttiin. Verkko näyttäisi näiden asetusten ja kytkentöjen jälkeen kuviolta 29.



KUVIO 29. Neljäs vaihe

Muokataan seuraavaksi yrityksen reititin. Valitaan reitittimen portti fa 0/0 eli se portti, joka menee modeemille, ja laitetaan se käyttämään DHCP-asetusta. Nimetään reititin myös R1:ksi.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fa 0/0
Router(config-if)#ip address dhcp
Router(config-if)#no shutdown
```

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

```
Router(config-if)#exit
Router(config)#hostname R1
```

Sitten avataan VLAN 20 yritysverkolle vastaavasti kuin aikaisemmalla kerralla ISP-reitittimen kanssa. Laitetaan yritysverkolle IP-osoitteeksi 192.168.0.1 255.255.255.0 ja käynnistetään reitittimen moduulin Ethernet-portit. Asetetaan portit käyttämään "spanning-tree portfast" -toimintoa. Se asettaa portit toimimaan välittömästi. Yritysverkon reitittimen pitää ottaa myös käyttöön DHCP ja kaikki edellä mainitut osoitteet, joten asetetaan ne myös asetuksiin.

```
R1(config)#int vlan 20
R1(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
R1(config-if)#int range fa 1/0 – 15
R1(config-if-range)#switchport access vlan 20
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan20, changed state to up
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 20
```

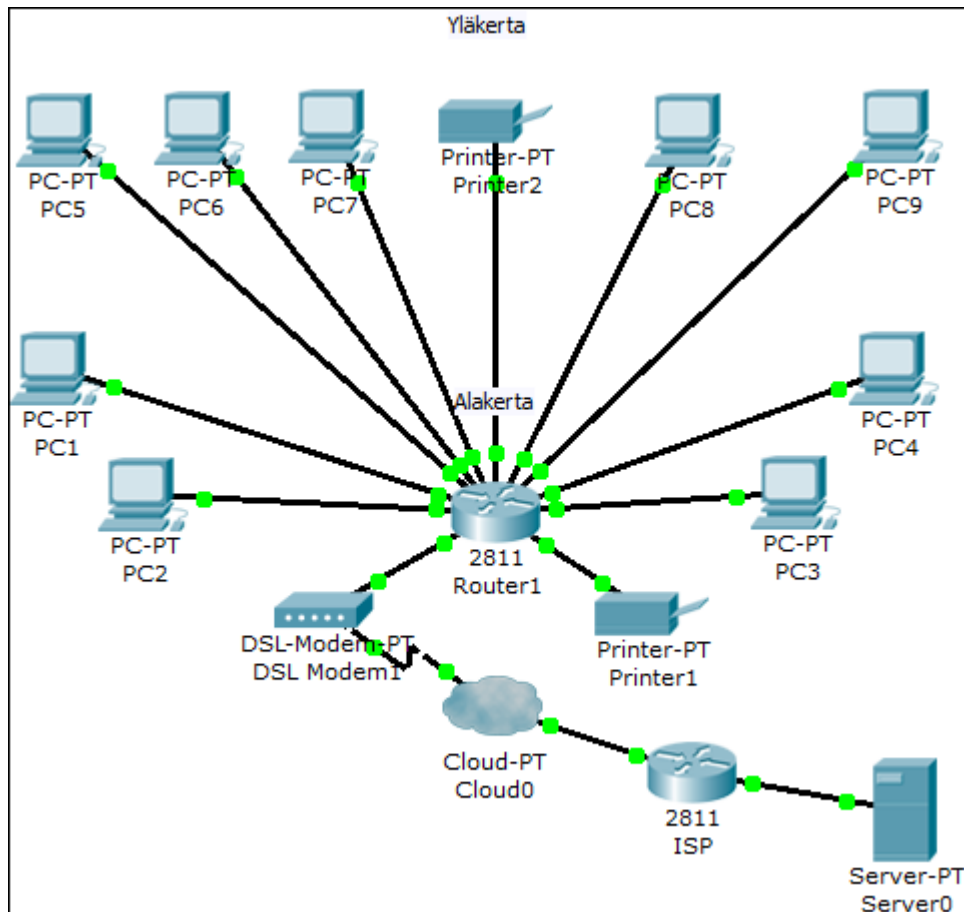
```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan20, changed state to up
```

```
R1(config-if-range)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION
```

```
%Portfast will be configured in 16 interfaces due to the range command
but will only have effect when the interfaces are in a non-trunking mode.
R1(config-if-range)#no shutdown
```

```
R1(config-if-range)#exit
R1(config)#ip dhcp pool Kayttajat
R1(dhcp-config)#network 192.168.0.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)#default-router 192.168.0.1
R1(dhcp-config)#dns-server 10.10.10.2
R1(dhcp-config)#exit
R1(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.0.1
```

Nyt kaikki reitit näyttävät vihreätä kuvion 30 mukaisesti, joten tarkastetaan PC1:n asetukset.



KUVIO 30. Viides vaihe

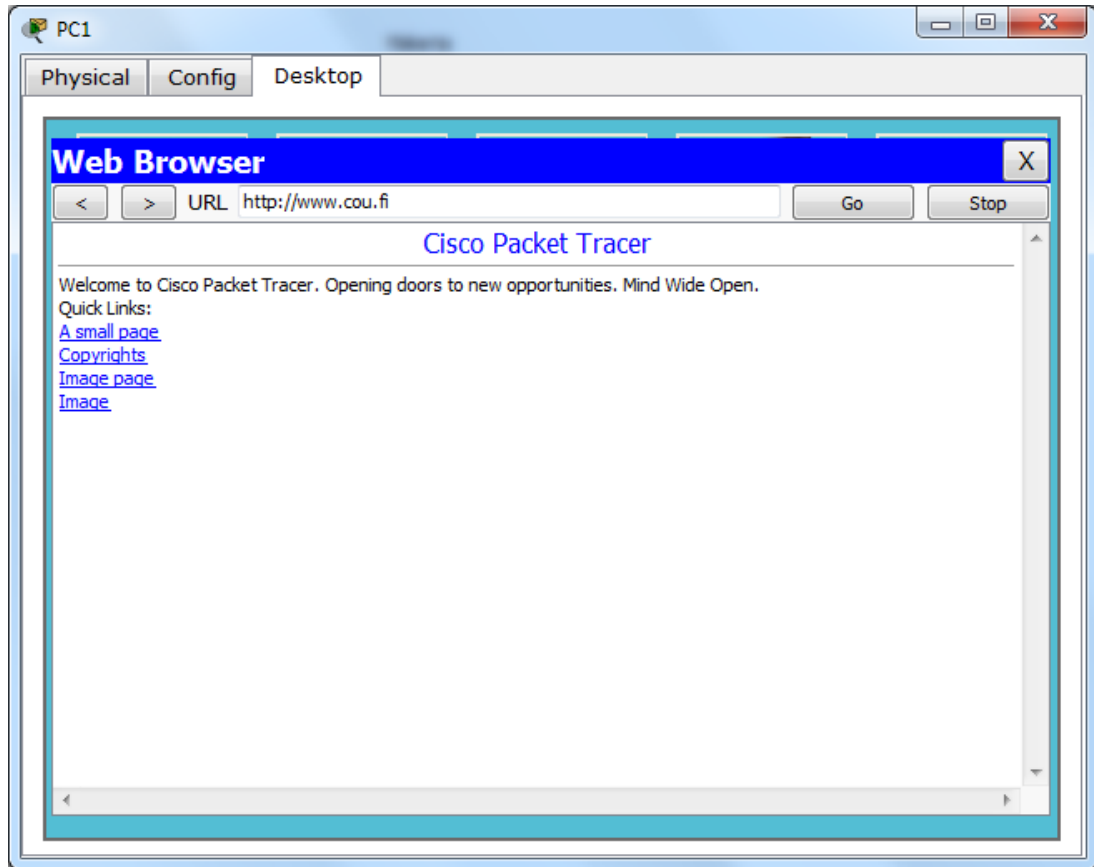
Valitaan desktop-välilehti ja sieltä IP-asetukset. Valitaan static-tilan sijaan DHCP. Nyt reitittimien pitäisi lähettää automaattisesti kaikki Internet-asetukset tietokoneelle. Hetken kuluttua osoitteiden pitäisi löytyä: IP-osoite 192.168.0.2, Subnet Mask 255.255.255.0, oletusyhdykäytävä 192.168.0.1 ja DNS Server 10.10.10.2. Tämä toimenpide täytyy tehdä jokaiselle verkossa olevalle tietokoneelle. Sitten kun se on tehty, valitaan tulostimet käyttämään myös DHCP-asetuksia. Tulostimien pitäisi välittömästi tunnistaa oletusyhdykäytävä ja DNS-serveri.

Tietokoneiden yhteyksiä kannattaa myös kokeilla ping-komennolla eli tutkia menevätkö lähetykset läpi. Se onnistuu käyttämällä Command Prompt -ohjelmaa tietokoneen Desktop-välilehdestä. Myös ipconfig /all -komennolla näkee kyseisen tietokoneen IP-osoitteet. Tietokoneilla ottaessa yhteyttä DNS-serveriin 10.10.10.2

yhteys ei kuitenkaan toimi. Se johtuu siitä, että ISP-reititin ei tiedä yritysverkkoa 192.168.0.1. Jotta se saataisiin toimimaan, aukaistaan R1:n terminaali ja tehdään reitittimeen pääsystä. Access-listaan avataan osoite 192.168.0.0 ja wildcard-osoitteeksi 0.0.0.255. Overload-komento on myös tärkeä laittaa. Se tarkoittaa sitä, että yritysverkon käyttäjät voivat samanaikaisesti käyttää DNS-serveriä eli Internetiä.

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
R1(config)#ip nat inside source list 1 interface fa 0/0 overload
R1(config)#int vlan 20
R1(config-if)#ip nat inside
R1(config-if)#interface fa 0/0
R1(config-if)#ip nat outside
```

Nyt DNS-osoitteen pitäisi vastata ping-komentoon ja tietokoneiden pitäisi päästä nettiselaimen kautta osoitteeseen www.cou.fi (KUVIO 31.)



KUVIO 31. Nettiselaimen kokeilu

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää CNA-opetusta virtuaalisten laboratorioharjoitusten muodossa Cisco Packet Tracerin avulla. Harjoitusten pääperiaatteena oli se, että niistä tehtäisiin erilaisia Ciscon omiin harjoituksiin nähden ja laboratorioharjoitukset olisivat todentuntuisia tilanteita, joita työelämässä saattaisi tulla vastaan. Työssä käytiin läpi Cisco Systems Inc:n historiaa sekä sitä, minkälainen yhtiö se on nykyään, ja kerrottiin Cisco Network Academyn toiminnasta. Opinnäytetyössä tutustuttiin myös lähiverkon perusasioihin, kuten laitteisiin ja johtimiin.

Tutustuin opinnäytetyötä tehdessäni Packet Traceriin enemmän kuin koskaan, sillä sitä ei ole käytetty koulussa kovinkaan useasti. Koulussa mennään CNA-kurssit ja opintomateriaalit läpi melkoisella kiireellä ja laboratoriotyöt tehdään ryhmissä, joten yksin tehtynä laboratoriotyöt ovat kivoja toteuttaa kunnon ohjeistuksella. Komennot ja niiden lyhenteet jäävät paremmin mieleen tehtäessä harjoituksia yksin, ja jaksaa ottaa myös selvää siitä, mitä komennot tarkoittavat, joten konfigurointi sujuu hyvin.

Onnistuin laboratorioharjoitusten teossa mielestäni aivan hyvin. Sain lisättyä harjoituksiin niitä pääperiaatteita ja ominaisuuksia, mitä halusinkin niiden sisältävän. Ne sisältävät CNA 2-, CNA 3- ja CNA 4 -opintomateriaalien tärkeimpiä asioita. Ensimmäinen laboratorioharjoituksen tarkoitus oli ”lämmittelä” harjoituksien tekijöitä seuraavia koitoksia varten, ja siinä käytettiin kaikkia peruselementtejä lähiverkossa. Lopuissa kolmessa laboratorioharjoituksissa käydään läpi haastavampia kokonaisuuksia. Niissä on käytetty useampia ominaisuuksia, joita on ollut esillä eri CNA-opintomateriaalien luvuissa. Jokainen laboratorioharjoitus sisältää taulukon, josta nähdään aina keskeisimmät komennot harjoitusten tekoon. Harjoitukset löytyvät taulukkoineen opinnäytetyöstä myös liitteinä.

Opinnäytetyössä olisin voinut tehdä vielä yhden laboratorioharjoituksen, johon olisin lisännyt kaikista tekemistäni laboratorioharjoituksista keskeisimmät ominaisuudet. Se olisi saattanut olla aikaa vievä työtä, sillä osassa tämänhetkisistäkin laboratorioharjoituksista meni todella paljon aikaa, niin että ne saatiin toimintakuntoon.

Olisin voinut käydä myös läpi eri reititysprotokollia, mutta työstä olisi saattanut tulla jo silloin liiankin laaja.

Toivottavasti työstäni on hyötyä opiskelijoille ja lähiverkkosimulaatioista kiinnostuneille henkilöille, ja toivottavasti myös laboratorioharjoitusten tekeminen on miellekkäämpää kuin Cisccon omien harjoitusten tekeminen.

LÄHTEET

AfterDawn. 2013. NAT. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://fin.afterdawn.com/sanasto/selitys.cfm/nat>. Luettu 23.5.2013.

Chappell, L. 1999. Cisco – Reitittimet. Helsinki: IT Press.

Cisco. 2013a. Cisco Overview. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://newsroom.cisco.com/overview>. Luettu 10.5.2013.

Cisco. 2013b. Cisco julkisti tilivuoden 2013 toisen vuosineljänneksen tuloksen. Www-dokumentti Saatavissa: http://www.cisco.com/web/FI/press/press_releases/2013/tiedote_2013_02_14.html. Luettu 12.5.2013.

Cisco. 2013c. Cisco Networking Academy ja CNA-opintomateriaali. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.cisco.com/web/learning/netacad/index.html>. Luettu 20.2.2013.

Cisco. 2013d. Cisco Corporate Overview. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://newsroom.cisco.com/documents/10157/1204766/Cisco+com+Corp+Overview+1+29+13.pdf>. Luettu 23.5.2013.

eircomICTdirect. 2013. Cisco Catalyst WS-C2960-48TT-L 48 Port LAN Base Switch. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.eircomictdirect.ie/cisco-catalyst-c2960-48tt-port-base-switch-p-12773.html>. Luettu 15.5.2013.

FundingUniverse. 2013. Cisco Systems, Inc. History. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/cisco-systems-inc-history/>. Luettu 11.5.2013.

Jaakohuhta, H. 2005. Lähiverkot – Ethernet 4. uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

LogMeTT. 2013. RJ45 Wiring Standards. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://logmett.com/index.php?/quick-tips/rj45-pinouts.html>. Luettu 15.5.2013.

Odom, W. 2004. Tietoverkot. Helsinki: Edita Prima Oy.

Tape4backup. 2013. Cisco Catalyst 2960-24TC-L - Switch - 24 ports 10/100 + 2PT 1000BT/SFP. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tape4backup.com/ws-c2960-24tc-l.php>. Luettu 15.5.2013.

Universal Networks. 2013a. What distances are achievable using the difference Categories of Copper Cables? Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.universalnetworks.co.uk/faqs/copper-faqs/what-are-the-distances-achievable-on-copper-cables-1321435845.htm>. Luettu 15.5.2013.

Universal Networks. 2013b. What are achievable distances single mode vs multi-mode fibre? Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.universalnetworks.co.uk/faqs/fibre-optics-faqs/fibre-types-and-distances-1306829646.htm>. Luettu 15.5.2013.

University of Montana. 2013. EIA/TIA 568A & 568B Standard. Www-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.utm.edu/staff/leeb/568/568.htm>. Luettu 15.5.2013.

Yejian Technologies Co. Ltd. 2013. Cisco 1841 Modular Router: Q&A to Its Full Background and Features. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://blog.router-switch.com/2011/09/cisco-1841-modular-router-qa-to-its-full-background-and-features>.

Luettu 15.5.2013.

CNA 2 – Routing Protocol and Concepts

Tehtävänäsi on määrittää laboratoriosimulaatioon toimiva lähiverkko käyttäen Packet Traceriä. Tehtävänäsi on alkuun luoda osoiteavaruudet, joita käytetään harjoituksessa. Käytössäsi on kaksi reititintä, kaksi kytkintä ja kaksi tietokonetta. Reitittimien täytyy olla kytkettynä serial-kaapelilla. Osoiteavaruuden täytyy olla vähintään 20 osoitetta laaja, ja se jaetaan kahden lähiverkon kesken. Verkossa käytetään IPv2-protokollaa. Varmista lähiverkon toimivuus laboratorioharjoituksen lopuksi ping -komentoa käyttäen ja varmista sen avulla, toimiiko tietokoneiden välinen yhteys.

LAB 1 – Lähiverkon luontiharjoitus – Komennot

Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräluettelista. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. Lähiverkon luontiharjoitukseen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 1.

TAULUKKO 1. LAB 1 -komennot

Komento	Selitys
?	kertoo eri vaihtoehtoja tai komentoja niiden toteuttamiseen, toisin sanoen (help)
enable	privileged-tila, jossa voidaan antaa komentoja laitteelle
configure terminal	privileged EXEC mod, etuoikeutettu komentojen suoritustila, jossa voidaan antaa yksityiskohtaisempia komentoja laitteelle
exit	siirtyy askeleen taakseppäin
end	siirtyy privileged-tilaan
hostname	määrittää laitteen nimen
interface	rajapinta / portti
fastethernet 0/0	Ethernet-portti ja portin numero laitteessa
ip address (osoite) (maski)	komennon perään portin IP-osoite ja maski
serial 1/0	serial-portti ja portin numero laitteessa
no shutdown	käynnistää rajapinnan/portin
clockrate (kellotaajuuden arvo)	käytetään serial-kaapeleissa DCE-päässä, kelloaajuudelle annetaan aina jokin tietty arvo, esimerkiksi 64000
rip	RIP-protokolla, reitittimissä oletuksena versio 1
version 2	RIP-protokollakomennon lisäkomento, jolla voidaan asettaa reititin käyttämään RipV2-protokollaa
network (osoite)	koko verkkoa koskeva komento, jolla valitaan osoiteavaruus tietyissä tilanteissa
no auto-summary	komento, jonka avulla reititin voi mainostaa useita eri aliverkkoja ja lisäksi auto-summaryyn pitää olla pois käytöstä käytettäessä RipV2-protokollaa
ping (osoite)	komentoa käytettäessä voidaan varmistaa, meneekö IP-lähetys perille saakka vai ei
show ip protocol	nähdään protokolla ja verkon ominaisuuksia

CNA 3 – LAN Switching and Wireless

Tehtävänäsi on luoda IT Oy:n käyttöön yhtiön sisäinen lähiverkko. Yhtiön toimitiloihin kuuluu kolme isoa toimitilaa ja lisäksi serverihuone. Käytössäsi on kolme kytkintä, yksi reititin ja 3 tietokonetta verkon testausta varten. Yritykselle tulee Internet-yhteys valokaapelilla, mutta tätä ei tarvitse ottaa huomioon laboratoriotyösimulaatiota tehdessä, sillä ainoastaan lähiverkon täytyy olla toimiva. Toimitiloihin olisi tarkoitus tehdä virtuaalilähiverkot. VLANit suunnitellaan siten, että jokainen tila saa oman VLANinsa ja nämä tietokoneet, jotka ovat eri toimitiloissa, voivat olla yhteydessä toisiinsa. Jokaiseen kytkimeen pitää tehdä neljä VLANia. Yksi VLAN Hallinnolle ja loput kolme toimitiloja varten. VLANit asetetaan toimimaan Trunk-tilaan. Reititin yhdistetään johonkin kolmesta kytkimestä. Kytkimet yhdistetään toisiinsa ristikaapeleilla (Copper Cross-over). Toimitiloihin tarkoitetut IP-osoitteet ovat 192.168.10.0/24, 192.168.20.0/24 ja 192.169.30.0/24. Kytkimet toimivat seuraavilla IP-asetuksilla: 192.168.99.11, 192.168.99.12 ja 192.168.99.13. Kokeile laboratorioharjoituksen lopuksi lähetysten toimivuutta tietokoneiden kesken ping-komentoa käyttäen saadaksesi vahvistuksen yhteyksien toimivuudelle.

LAB 2 – VLAN-harjoitus – Komennot

Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräluettelista. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. VLAN-harjoituksen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 2.

TAULUKKO 2. LAB 2 -komennot

Komento	Selitys
enable secret class	asettaa salauksen käyttäen "MD5 hash" algoritmiä
no ip domain-lookup	kytkee Hostin pois päältä välittämästä IP-osoitteita estääkseen domain-serveriosoitteen 255.255.255.255 lähetykset
ip default-gateway (osoite)	asettaa oletusyhdyskäytävän
#line console 0 #password (salasana) #login	asettaa konsoliin salasanan reitittimelle tai kytkimelle, komennon konfiguroitua salasanaa tarvitaan, jos halutaan muokata laitteen asetuksia
#line vty 0 15 #password (salasana) #login	asettaa Telnet-salasanan kytkimelle tai reitittimelle, sen avulla voidaan PC:n Command Promptia käyttäen yhdistää reititin tai kytkin terminaaliin komennolla telnet (osoite)
copy running-config startup-config	tallentaa nykyiset asetukset reitittimen tai kytkimen muistiin, lyhennettä komennosta on helpompi käyttää, joka on "copy run start"
interface range fa0/1-30	voidaan avata useita portteja kerralla ja antaa niille komentoja huom. portit ovat esimerkissä keksittyjä
interface vlan 80 (osoite)	asettaa tietylle VLANille IP-osoitteen, tässä esimerkissä VLAN 80:lle
switchport mode access	asettaa valitun/valitut portit Access -tilaan
switchport mode trunk	asettaa valitun/valitut portit Trunk -tilaan
switchport trunk native vlan 80	asettaa Trunk-porttiin alueellisen VLANin, tässä esimerkissä VLAN 80:lle
vtp mode server	asettaa laitteen serveritilaan, oletuksena päällä laitteissa
vtp mode client	asettaa laitteen asiakastilaan
vtp domain lab1	asettaa VTP-domainin nimen, tässä tapauksessa lab1, oletuksena nimi on NULL
vtp password (salasana)	asettaa VLAN Trunk -protokollalle salasanan
duplex auto	asettaa automaattisesti duplexin tietyille portille
speed auto	asettaa automaattisesti nopeuden tietyille portille
#interface fa0/1.1 #encapsulation dot1q 1 #ip address (osoite)	asettaa tietyn portin käyttämään dot1q1-kapselointia, sen avulla kytkin käyttää reitittimen reittiä reititykseen VLANien välillä

CNA 4 – Accessing the WAN

Tehtävänäsi on luoda yritysverkko Ohjelmointi Oy:n toimitiloihin. Yhtiön tiloihin kuuluu kaksi isoa toimitilaa ja lisäksi serverihuone. Yhtiö on tekemässä samanlaisesti kahta eri projektia, joita tehdään eri toimitiloissa. Tämän takia olisi hyvä, että projektien verkot pidettäisiin erillään toisistaan. Internet-yhteys saadaan Internet-palveluntarjoajalta (ISP-reititin). Käytössäsi on serveri, kolme reititintä, kaksi kytkintä, kaksi tietokonetta ja ISP-reititin. Projektit erotetaan toisistaan käyttäen pääsylistoja. (Access Control Lists). Toimitilat erotetaan toisistaan standard-pääsylistaa käyttäen. Verkossa käytetään myös NATia (Network Address Translation). Serveri konfiguroidaan käyttämään annettuja IP-osoitteita ja NAT -jakelu tehdään serverin avulla. NAT jaetaan verkon kesken extended ACL:ää käyttäen (ei koske ISP-reititintä). Yksi reitittimistä toimii DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) -jakelun toimipisteenä. Pohdi, mikä reitittimistä olisi siihen paras vaihtoehto. Yritysverkossa käytetään OSPF-protokollaa. Yritysverkon reitittimet yhdistetään toisiinsa serial-kaapeleilla ja ISP-reititin yhdistetään yritysverkkoon valokaapelilla. Valitse reititin tarkoin suunniteltaessa lähiverkkoa, sillä tulet tarvitsemaan lukuisia erilaisia portteja. ISP-reitittimen osoite on 209.165.200.226 ja maski 255.255.255.252. Serverin paikallinen osoite (local adress) on 192.168.20.254 ja julkinen osoite (global address) on 209.165.200.254.

LAB 3 – Pääsylista ja NAT-harjoitus – Komennot

Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräilyä. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. Pääsylista ja NAT-harjoitukseen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 3.

TAULUKKO 3. LAB 3 -komennot

Komento	Selitys
router ospf 1	asetetaan OSPF 1-piiriin ne IP-osoitteet, joita OSPF-käyttää
ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.10	voidaan estää DHCP-jakelua jakamasta tiettyjä osoitteita, esimerkiksi väliltä 192.168.10.1–192.168.10.10 olevia osoitteita ei jaeta
#ip dhcp pool Tila1 #network 192.168.10.0 255.255.255.0 #default-router 192.168.10.1	voidaan asettaa pool ja nimetä se, sen jälkeen voidaan asettaa poolin IP-osoiteavaruus ja osoiteavaruuden oletusreititin
ip helper-address (osoite)	asettaa portille helper-osoitteen, jonka avulla paketit ohjautuvat oikeaan paikkaan
ip access-list standard (nimi)	asettaa Standard-pääsylistan, joka voidaan myös nimetä
ip access-list extended (nimi)	asettaa laajennetun pääsylistan, joka voidaan myös nimetä
permit any	voidaan päästää liikennettä läpi
deny (osoite)	voidaan estää tiettyjä IP-osoitteita
ip route (osoite) fa1/0	asettaa IP-reitin tiettyyn porttiin
default-information originate	mainostaa oletusreittiä, jos sellainen on reititystaulussa
ip nat inside source static	asettaa staattisen lähdeosoitteen NATille
ip nat outside	asettaa tietyn portin NAT-alueen ulkopuolelle
ip nat inside	asettaa tietyn portin NAT-alueen sisäpuolelle
show ip nat translations	nähdään NAT-lähetykset eri osoitteista
show ip nat statistics	nähdään, mitkä portit ovat NATin sisällä ja mitkä ovat sen ulkopuolella, myös lähetetyt ja välille jääneet IP-paketit nähdään tätä komentoa käyttäen

BONUS Laboratorioharjoitus

Olet aloittelevan yrityksen Rekryn IT-asiantuntija. Sinulle on annettu tehtäväksi luoda toimiva lähiverkko yritykselle. Rekryn yritys kattaa tilan, joka on jaettu kahteen eri kerrokseen. Työntekijöiden toimipisteitä on neljä toimipistettä kerrosta kohti ja lisäksi johtajan toimipiste. Jokainen toimipiste sisältää pöytätietokoneen. Rekry IT:n työntekijöillä pitää olla käytössään vähintään kaksi tulostinta asiakirjojen tulostamiseen. Johtaja on toivonut saavansa verkon mahdollisimman edullisesti. Kytkin kustannuksia välttääkseen, voidaan niiden sijaan käyttää reititintä ja siinä mahdollista kytkinmoduulia tietokoneiden yhdistämiseen. Yritys sijaitsee pienessä kylässä, jossa ei ole mahdollisuutta kaapeliyhteyteen. Tehtävänäsi on sitä kautta luoda kuvitteellinen Internet-palveluntarjoaja (ISP-reititin), josta tulee yhteys modeemin välityksellä yritysverkkoon. ISP-reitittimeen pitää luoda DHCP-osotteiden jakelu yritysverkolle. Serveriin pitää myös luoda DNS-osoite, johon harjoituksen lopussa voidaan ottaa yhteyttä tietokoneella varmistaakseen sen toimivuuden. Suunnittele verkko.

LAB 4 – DNS-harjoitus – Komennot

Reitittimiä ja kytkimiä konfiguroitaessa tarvitaan tietenkin komentoja. Jokaisen laboratorioharjoituksen yhteydessä annetaan komentoja, joita tarvitaan kyseisen harjoituksen tekemiseen. Samoja komentoja ei kuitenkaan ilmoiteta toistamiseen laboratorioharjoituksissa, vaan pyritään siihen, että ne muistettaisiin jo edellisestä harjoituksesta. Taulukko sisältää raakaversion komentojen peruseräluettelista. Tehtävänannot ja laboratorioharjoitusten komentotaulukot löytyvät myös liitteinä opinnäytetyön lopussa. DNS-harjoituksen tarvittavat komennot löytyvät taulukosta 4.

TAULUKKO 4. LAB 4 -komennot

Komento	Selitys
no cdp enable	estää cdp-lähetysten lähettämisen
spanning-tree portfast	asettaa portit toimimaan välittömästi
dns-server (osoite)	asettaa DNS-osoitteen